TITRES ET TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

Jacques MILLOT
DOCTEUR EN MÉDECINE
DOCTEUR ÈS SCIENCES

PARIS
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'IMPRIMERIE ET D'ÉDITION
17, Rue Cassette
—
1929

TITRES ET TRAVAUX
SCIENTIFIQUES

DE

JACQUES MILLOT
DOCTEUR EN MÉDECINE
DOCTEUR ÈS SCIENCES



PARIS
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'IMPRIMERIE ET D'ÉDITION
17, Rue Cassette

1929

TITRES ET SERVICES

Licencié ès Sciences, 1915.

Aux armées dans une unité combattante, 1916-1919.

En mission zoologique à Madagascar, 1922.

Docteur en Médecine (lauréat de la Faculté), 1923.

Préparateur-chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine, 1923-1928.

Docteur ès Sciences, 1926.

Apte aux fonctions d'Agrégé d'Histologie, 1926.

EXPOSÉ GÉNÉRAL

L'exposé qui va suivre résume les résultats que j'ai obtenus au cours de neuf années de travail au Laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine. J'y ai consacré mon activité à des recherches qui peuvent sembler au premier abord assez disparates. Cependant, à la base de chacune d'elles on retrouvera la même préoccupation de ne pas considérer l'histologie comme une fin, mais comme une méthode d'investigation féconde, applicable à l'étude de la vie des tissus et des organes.

Mes premières recherches ont porté sur les *pigments*. En abordant une question qui avait déjà retenu l'attention d'un grand nombre de morphologistes, mon intention fut bientôt moins de continuer leur œuvre que de dégager la signification physiologique du contenu des cellules chromatophores. Je me suis d'abord limité au pigment purique des Vertébrés Inférieurs. Après avoir défini sa nature chimique, j'ai pu montrer, en m'aidant aussi largement que possible de l'expérimentation, que ce pigment guaninique est une véritable substance de déchet, accumulée par l'animal dans ses téguments, et maintenue en marge du métabolisme. J'ai pu préciser d'autre part que le pigment purique ne se développe point aux dépens des substances venues du dehors, d'origine alimentaire, mais qu'il faut le faire dériver de l'usure des tissus propres de l'animal, qu'on doit par conséquent le rattacher au métabolisme endogène. Dans des recherches complémentaires j'ai étendu mes conclusions aux autres pigments cutanés ; j'ai pu leur attribuer aussi une signification excrémentitielle.

Le travail auquel je me suis consacré par la suite approfondit l'*histophysiologie d'un groupe d'Invertébrés, les Aranéides*. Tout en précisant leur anatomie microscopique, mal connue, je n'ai point perdu de vue que le principal intérêt de mon étude devait être d'apporter une

contribution à la cytologie et à la physiologie générales. Dans un ordre de recherches où l'expérimentation physiologique est impossible et où les méthodes chimiques ne peuvent que malaisément être appliquées par suite de la très faible quantité de tissu sur laquelle on est obligé d'opérer, l'histologie a pu permettre à elle seule de jeter une lumière suffisante sur les processus fonctionnels essentiels, souvent très particuliers, qu'on observe chez les Araignées. J'ai, par exemple, vu avec précision que la digestion proprement dite s'effectue non dans la lumière intestinale, mais à l'intérieur même de la cellule absorbante, chargée de séparer les substances assimilables et d'expulser au dehors, en se décapitant, les matériaux de déchet. J'ai décrit au moment de la maturité sexuelle chez la femelle l'envahissement progressif de la masse intestinale par des bourgeons ovariens extrêmement végétants. Cet envahissement ne permet bientôt plus à la digestion de s'effectuer, et, après la ponte, l'animal meurt rapidement. On trouvera plus loin le détail de ces faits, de ceux qui concernent l'excrétion, la physiologie du sang, la formation de la soie, etc. Qu'il me suffise d'ajouter, à titre de dernier exemple, que l'étude histologique des Araignées en période de mue permet de donner à ce phénomène périodique le sens d'un bouleversement général de l'organisme, qui touche plus ou moins tous les organes et se traduit en particulier au niveau de chacun d'eux par une poussée très intense de mitoses qui conditionne une brusque croissance. Le sang voit sa formule profondément modifiée ; il y apparaît transitoirement des leucocytes vacuolaires d'un type absolument particulier.

Une étude entreprise ensuite sur le *rein des Mammifères* m'a permis de mettre en évidence chez les Carnassiers une fonction nouvelle de l'organe ; il assure en effet dans ce groupe l'élimination d'une quantité importante de corps gras, graisses neutres et lipoïdes ; ceux-ci filtrent principalement au niveau de la paroi des tubes contournés : ils se détruisent très rapidement lorsqu'ils sont tombés dans la lumière. Il y a là des indications de nature à justifier des recherches corrélatives dans le domaine de la physiologie proprement dite.

Mon travail m'ayant conduit à étudier des reins d'animaux se trouvant dans les conditions les plus diverses, j'ai été amené à contrôler les observations des auteurs qui avaient établi l'existence d'une altération élective du rein au cours de la gestation (rein gras gravidique). J'ai pu affirmer qu'un tel rein n'existait pas et montrer sur quelles erreurs reposaient les descriptions qui en avaient été faites ; je n'ai pu par

ailleurs déceler aucune altération histologique du rein au cours de la grossesse normale.

Des recherches poursuivies de façon convergente avec le secours des techniques chimiques, physiologiques et histologiques, et concernant *le métabolisme des corps gras dans le foie des Vertébrés*, m'ont conduit à d'intéressantes conclusions, celle en particulier que le foie est un organe bien différent suivant le groupe de Vertébrés dans lequel on le considère. Ainsi, le foie des Poissons se distingue de tous les autres par un pouvoir d'accumulation si important des corps gras que son volume peut, du seul fait de la surcharge graisseuse, atteindre plus de vingt fois le volume initial. Mes dosages chimiques précisent que dans certaines conditions, la quantité d'acides gras contenue dans le foie peut représenter en poids plus du 1/10e du poids total du corps, alors que dans d'autres conditions physiologiques, on peut n'en trouver plus que des traces. A ce mécanisme extrêmement important de charge et de décharge graisseuse correspondent des images histologiques frappantes, dont j'ai suivi les divers aspects dans de nombreuses espèces.

Rien de semblable ne s'observe quant au foie des autres Vertébrés. Dans l'organe hépatique des Mammifères, que j'ai particulièrement étudié, le parenchyme apparaît seulement comme un lieu de passage pour les réserves grasses, soit que celles-ci, d'origine intestinale, se rendent dans les lieux d'accumulation (tissu sous-cutané, tissu périrénal, etc.), soit qu'au contraire, si l'alimentation est insuffisante, les réserves quittent les dépôts pour être utilisées par l'organisme.

Dans mon étude, j'ai essayé de tenir compte de tous les facteurs susceptibles de modifier le métabolisme des corps gras. J'ai fait des observations particulièrement fructueuses en ce qui concerne l'influence de l'état génital chez la femelle, influence qui était encore très insuffisamment connue.

Outre ces travaux d'Histophysiologie normale, j'ai eu l'occasion de participer à des recherches de *Pathologie expérimentale*. J'ai suivi sur le foie de Chien l'action de diverses substances, en particulier de la synthaline. J'ai étudié aussi, sur le même organe, les lésions consécutives à la pancréatectomie partielle ou totale. J'ai déduit de ces séries d'expériences la notion que les surcharges graisseuses, dont je signale la généralité comme conséquence de nombre de lésions hépatiques, se distinguent très nettement des surcharges physiologiques en ce que les premières sont centro-lobulaires, les secondes péri-portales. La sur-

charge centro-lobulaire traduit la difficulté qu'éprouve le parenchyme à se laisser traverser par les matières grasses ; la surcharg epériportale indique au contraire une augmentation des apports graisseux.

Dans un autre ordre d'idées, j'ai pu montrer que le développement du sarcome du Rat pouvait être entravé par la formation à sa périphérie de tumeurs bénignes (gigantomes à terre d'Infusoires).

Il me faut enfin ajouter à ces études d'ensemble un certain nombre d'observations isolées telles que l'occasion s'en présente spontanément à tout observateur. C'est ainsi que j'ai décrit chez le têtard au cours de la métamorphose une remarquable éosinophilie physiologique, que j'ai étudié l'action du parasitisme sur les tissus de certains Insectes. que j'ai découvert chez une Sangsue un Taenia non encore signalé, etc... Au cours de ces diverses recherches, j'ai été amené à mettre au point un certain nombre de procédés techniques. J'ai indiqué une méthode particulièrement simple permettant de réaliser une double inclusion à la celloïdine-paraffine, spécialement adaptée aux tissus cassants et friables. J'ai publié deux méthodes de coloration inédites. J'ai montré que les pièces conservées dans le formol devenaient assez rapidement inutilisables pour la recherche des corps gras. Ce fait, de nature à affaiblir singulièrement la portée de maints travaux publiés antérieurement, invite à penser que l'adéhyde formique agit de façon très différente sur les ferments protéolytiques et sur les ferments lipolytiques.

EXPOSÉ ANALYTIQUE

A. — *Travaux d'ensemble*

I. Recherches sur les pigments.
II. Recherches histophysiologiques sur les Aranéides.
III. Recherches sur le rein des Mammifères carnassiers.
IV. Recherches sur le foie des Vertébrés.
V. Recherches d'histopathologie expérimentale.

B. — *Travaux divers*

I. L'éosinophilie des Batraciens en métamorphose.
II. Action du parasitisme sur les tissus de certains Insectes.
III. Sur un Taenia nouveau, parasite d'une Sangsue.
IV. Notes de technique.

A. - TRAVAUX D'ENSEMBLE

I. — RECHERCHES SUR LES PIGMENTS

Le pigment purique chez les Vertébrés inférieurs

Mes recherches sur le pigment ont d'abord porté sur un pigment très intéressant, jusqu'ici peu étudié, le pigment purique, abondant dans toute la série animale, représenté chez les Mammifères, où il forme la couche brillante bien connue sous le nom de Tapetum dans l'œil des Carnassiers, mais surtout développé chez les Poissons, les Batraciens et les Reptiles, chez lesquels il constitue d'importants dépôts : c'est sur ce matériel de choix que mes recherches ont été faites.

Le pigment purique se présente exclusivement chez ces animaux sous forme de cristaux incolores de guanine ou de guanates, contenus dans des éléments particuliers, les guanophores. Ces cellules si répandues, très spéciales et découvertes depuis plus d'un demi-siècle, étaient jusqu'à ces dernières années assez mal connues, si bien que je crois avoir vraiment fait œuvre nouvelle en étudiant leur cytologie, leur mode d'apparition, leur topographie précise, et surtout, en même temps que leur signification physiologique, la manière dont elles réagissent à l'action des divers facteurs expérimentaux. Ces questions apparaissent du plus haut intérêt si l'on songe qu'elles se rattachent directement à deux grands problèmes de Biologie générale : métabolisme des corps puriques — signification générale de la pigmentation.

J'ai publié les résultats de mes observations dans un certain nombre de notes et dans un travail d'ensemble. Avant de résumer rapidement ce dernier, je ne puis mieux faire, pour donner immédiatement une idée

des points de vue auxquels je me suis placé dans mon étude, que d'en reproduire ici le sommaire :

Introduction.
Technique et Matériel.

PREMIÈRE PARTIE

Morphologie

I. Le Guanophore.
II. Nombre et répartition des Guanophores.
III. Formation des Guanophores.
IV. Marche de la pigmentation.
V. Rapports anatomiques des pigments entre eux.

DEUXIÈME PARTIE

Chimie

VI. Composition chimique du pigment. — Ses réactions microchimiques.

TROISIÈME PARTIE

Physiologie

VII. Changements de coloration.
VIII. Influence de la lumière sur le développement du pigment purique.
IX. Influence de l'alimentation.
X. Action des glandes à sécrétion interne.
XI. Examen critique des théories qui ont cherché à interpréter l'existence du pigment purique.
XII. Considérations générales sur le pigment purique.
Résumé et conclusion.

Je serai extrêmement bref sur les parties de mon travail consacrées à la morphologie et à la chimie du pigment purique. En effet, les résultats personnels que j'y indique ne prennent un intérêt général que si on les compare aux travaux analogues faits sur d'autres cellules pigmentaires par les spécialistes de ces questions; de tels travaux ne sauraient que malaisément être résumés ici.

Etudiant d'abord les cellules qui contiennent le pigment, les guanophores, je montre que leur origine est multiple : elles proviennent soit de la transformation in situ d'éléments conjonctifs, soit de la différenciation d'un leucocyte qui vient se fixer dans les téguments, soit surtout de la division, directe ou indirecte, des guanophores préexistants.

Les premiers guanophores que l'on observe chez l'embryon apparaissent toujours dans l'organe visuel, quel que soit l'animal considéré. Cette apparition est contemporaine de l'éclosion chez les Batraciens, plus précoce chez les Poissons. Ultérieurement les guanophores se différencient suivant une direction qui est toujours craniocaudale, moins constamment dorsoventrale. Leur localisation dans différents tissus (derme, péritoine, iris) et leur répartition à la surface du corps ou dans les régions profondes de celui-ci, paraissent soumises à des lois générales qui s'appliquent aux groupes zoologiques les plus éloignés par leurs caractères anatomiques et par leur genre de vie : c'est ainsi que les guanophores sont de façon constante, chez les animaux terrestres comme chez les aquatiques, plus abondants à la face ventrale qu'à la face dorsale de l'animal.

Les cristaux des guanophores, qui constituent les seules enclaves de la cellule, sont répartis dans toute la masse de son protoplasme. Leur taille est comprise entre 0,5 mu et 20 mus. L'aspect sous lequel ils se présentent à l'observation microscopique varie suivant les groupes zoologiques considérés ; les figures diverses que l'on rencontre dans une même cellule et qui se rapportent à un certain nombre de types, correspondent aux différentes faces d'une même forme cristalline. Celle-ci est constante pour un animal donné, quels que soient le tissu et l'organe considérés. Chacun des trois grands groupes zoologiques que j'ai étudiés présente un ensemble de types qui diffère de celui des deux autres : chez les Poissons il existe une prédominance frappante de formes allongées, chez les Batraciens on ne rencontre que des formes courtes dont les plus grandes dimensions sont subégales, chez les Reptiles on trouve à la fois des formes courtes et des formes longues.

Il résulte de mes observations que s'il est impossible de rattacher un cristal à une espèce ou à un genre donné, il est par contre en général facile de dire s'il appartient à un Poisson, un Batracien, un Reptile.

La détermination des cristaux est impossible à cause de leur trop petite taille chez les Batraciens et les Reptiles ; chez les Poissons, les cristaux appartiennent dans la plupart des cas au système cubique.

Par suite de phénomènes physiques, toutes ces formes cristallines

brillent d'un vif éclat et donnent aux guanophores les colorations les plus diverses. Ils sont responsables chez les Vertébrés inférieurs, à la fois de l'éclat doré ou argenté des téguments, de leur coloration blanche mate, de leur coloration métallique verte ou bleue.

L'étude chimique du pigment montre qu'il est bien formé de guanine comme l'avait vu Barreswill. Contrairement à l'opinion généralement admise, mes recherches, faites en employant des techniques chimiques variées, ont établi que cette substance n'est pas contenue dans les cristaux à l'état de guanate de chaux, mais sous forme de combinaisons organiques dont je puis affirmer l'existence, bien que je n'aie pu aboutir à en définir la nature exacte.

Je me suis ensuite attaché à l'étude physiologique du pigment purique et des guanophores.

La plupart des travaux consacrés aux autres cellules pigmentaires, aux mélanophores en particulier, font une place considérable à l'étude d'une de leurs propriétés les plus frappantes, à savoir la contractilité. C'est ainsi qu'on a recherché l'action de très nombreux corps chimiques, d'excitants mécaniques variés, sur les éléments pigmentaires cutanés de la Grenouille, par exemple. L'expansion ou la contraction des cellules en question apparaissent comme une réaction réflexe banale, une réponse uniforme aux excitations les plus diverses ; il m'a donc paru de peu d'intérêt de multiplier les observations dans ce sens ; il m'a suffi de constater que les guanophores étaient, comme les autres chromatophores quoique à un moindre degré, doués de contractilité et que celle-ci se manifestait aussi bien sous l'action de facteurs physiques, d'excitations nerveuses ou de modifications circulatoires, que sous l'action des facteurs externes, physiques ou chimiques.

Les facteurs dont j'ai étudié l'action sont essentiellement la lumière, l'alimentation, les glandes à sécrétion interne, et l'état sexuel.

Mes expériences sur la lumière ont mis nettement en évidence le rôle de celle-ci. Alors que les actions passagères de courtes variations d'éclairement n'amènent de modifications que sur l'aspect (contraction ou expansion), des guanophores, non sur leur nombre ou leur répartition, on peut obtenir par une action constante et prolongée des rayons lumineux des changements durables de la pigmentation purique. Ainsi, j'ai observé chez des têtards élevés dès leur éclosion dans un vase de porcelaine blanche et à une lumière vive, une surabondance nette des guanophores à la face ventrale.

Mais si l'influence de la lumière est incontestable elle n'est pas un facteur essentiel, ainsi qu'en témoigne le cas des Vertébrés inférieurs albinos. J'ai soumis des Axolotls provenant de parents albinos et eux-mêmes à peu près complètement apigmentés (seul leur péritoine présentait quelques guanophores) à des conditions d'éclairement diverses allant depuis l'obscurité totale jusqu'à la pleine lumière du jour, sur des fonds diversement colorés. J'ai prolongé les expériences environ quatre mois sans avoir pu jamais enregistrer de modifications appréciables de la pigmentation. Il y a chez ces animaux anormalement peu pigmentés une indifférence à l'action de la lumière qui montre bien que la formation du pigment est avant tout déterminée par des facteurs internes pouvant héréditairement manquer.

Dans mes expériences sur l'influence de l'alimentation, j'ai distingué l'influence quantitative (animaux hypernourris, hyponourris et jeûnants) et l'influence qualitative (régimes variés) de la nourriture.

L'action du jeûne avait été envisagée avant moi, mais mes prédécesseurs n'avaient abouti qu'à des résultats incomplets, contradictoires et imprécis. Aussi, pendant deux années consécutives, ai-je soumis des Batraciens tant adultes que larvaires à des régimes quantitativement très variés. J'ai eu soin de placer mes animaux dans les conditions les plus favorables, identiques pour les séries comparatives, afin d'isoler autant que possible le facteur alimentaire. Les adultes étaient choisis des deux sexes et d'âges variés, les têtards provenaient toujours, pour une même série d'expériences, de la même ponte.

Les résultats que j'ai obtenus sont nets et constants. Dans aucun cas, et même lorsque j'atteignais la limite de résistance de l'animal (pour les Tritons, je suis arrivé à une diminution de poids de plus des 2/3), le jeûne n'a amené la disparition des guanophores. Il n'a même aucune action inhibitrice sur le développement du pigment purique, car, si dans la peau des têtards complètement privés de nourriture depuis quelques semaines on observe une raréfaction des cellules pigmentaires par rapport aux têtards normaux du même âge, c'est parce que chez les premiers, dont la croissance est à peu près nulle et qui restent inertes au fond de leur cristallisoir, le développement général du corps est entravé. L'aspect fripé, altéré des guanophores dont les prolongements sont souvent rompus et les noyaux mal visibles, n'a rien d'électif, mais doit être considéré comme le signe d'une intense misère physiologique.

A la période ultime, les altérations des tissus sont considérables.

Les guanophores, le plus souvent contractés, ne sont pas disposés par groupes, comme chez le sujet normal d'âge égal, mais restent isolés les uns des autres. Cet aspect correspond à l'arrêt presque total de la division de ces éléments, qui n'est qu'un cas particulier du ralentissement de la multiplication cellulaire. De même les formes jeunes si abondantes et si faciles à voir à cet âge manquent complètement. Il faut rapporter ces deux faits à l'inhibition générale de la croissance chez ces animaux.

Chez le têtard insuffisamment nourri, les phénomènes sont analogues, mais moins accusés. Des guanophores nouveaux apparaissent, quoique avec lenteur, par multiplication et par différenciation. Les cellules adultes, le plus souvent contractées, ont une apparence poussiéreuse anormale, mais on n'y rencontre pas d'altérations proprement dites. Le têtard bien nourri présente seul ces chromatophores étoilés, brillants, très ramifiés, formant des groupes nombreux, où les attitudes de divisions sont fréquentes, qu'on peut considérer comme caractéristiques d'un état parfaitement normal.

L'action de la composition chimique des aliments sur la pigmentation n'ayant jamais été étudiée que par un auteur (Tornier 1908) et de façon très fantaisiste, j'ai entrepris une série d'expériences destinées à déterminer l'influence de diverses substances alimentaires sur le développement du pigment purique chez le têtard de Grenouille. J'ai élevé des séries comparatives de ces larves en donnant exclusivement à chacune d'elles un des aliments suivants : feuilles de chou — épinards — viande de Bœuf — blanc d'œuf cuit — foie de Bœuf — thymus de Veau — volontairement choisis pour leur teneur connue et très différente pour chacun d'eux en Azote purique.

Non seulement je me proposais de vérifier que le régime végétarien et le régime carné permettent d'obtenir des animaux très diversement colorés (Tornier), mais j'espérais mettre en évidence un parallélisme entre la quantité de pigment purique élaborée par un animal et celle des nucléo-protéides qui lui sont fournies. La guanine étant un produit de décomposition de ces substances, si la pigmentation pouvait être modifiée par le régime alimentaire, un têtard nourri de foie et de thymus, organes très riches en nucléo-protéides, devait présenter un développement anormal de ses guanophores.

L'expérience n'a pas confirmé cette hypothèse.

Je n'ai pu relever aucune différence, au point de vue pigmentaire, entre les têtards des séries énumérées plus haut. A l'œil nu, leur coloration est identique ; sous le microscope, les préparations de peau

sont indiscernables les unes des autres. La qualité des aliments, qui influe quelquefois sur la croissance (ainsi les animaux nourris à l'ovalbumine ne se développent pas très bien), n'agit donc pas sur la quantité absolue ou relative des trois ordres de pigments.

J'ai été conduit à étudier l'action des sécrétions internes de l'épiphyse et de l'hypophyse sur la formation du pigment purique à la suite de la lecture de travaux américains qui concluaient à une influence de ces hormones sur l'augmentation ou la diminution de la mélanine pigmentaire. Des expériences d'ingestion des extraits de diverses glandes endocrines (épiphyse, hypophyse, surrénale, thyroïde), pratiquées sur des têtards et sur des adultes de Grenouilles n'ont mis en évidence aucune variation du pigment purique de ces animaux. Je n'ai pas davantage obtenu de résultats positifs en administrant ces mêmes extraits par voie intrapéritonéale ou sous-cutanée à des Grenouilles et à des Axolotls.

Ces expériences sur les sécrétions internes m'ont tout naturellement conduit à examiner le rôle possible des glandes sexuelles. J'ai constaté facilement que le pigment purique prenait une part importante aux modifications de la pigmentation qui se produisent chez beaucoup d'animaux au moment de l'activité génitale : la bande blanche bien connue dont s'orne la queue des mâles de Tritons crêtés en période de reproduction est uniquement constituée de cellules à guanine. Je ne pense point cependant que l'hyperpigmentation purique en cause soit la conséquence directe d'une action hormonique; sans doute faut-il plutôt considérer son apparition comme un témoignage des modifications du métabolisme entraînées par la maturité sexuelle. Notons d'ailleurs que les hyperpigmentations puriques surviennent presque exclusivement chez les mâles. Si on rapproche ce fait de la notion classique que la guanine provient de la désintégration des nucléines et de cette autre constatation que la spermatogénèse s'accompagne d'une intense consommation de nucléoprotéides, on ne peut manquer de reconnaître une base logique au phénomène constaté.

J'en arrive à la dernière partie de mon travail, où, en m'appuyant sur le résultat de mes observations et de mes expériences, je cherche à dégager la signification du pigment purique.

Aux époques précédentes, divers auteurs, préoccupés de rendre compte de la présence de ce pigment, et adoptant un point de vue finaliste, avaient cherché l'utilité que ne peut manquer d'avoir, pour la dé-

ense de l'individu, une substance aussi abondante et aussi visible. Les théories utilitaires, s'appliquant surtout au revêtement guaninique argenté, ou argenture, du ventre des Poissons, avaient fait de celle-ci soit un écran contre les rayons lumineux, soit un instrument de protection contre les animaux prédateurs.

Ainsi, Murisier (1920), ayant élevé des Truites à une lumière vive, les unes sur fond blanc, les autres sur fond noir, constatait que les premières présentent un très vif éclat argenté du ventre et des flancs, alors que les autres ont une couleur sombre et une argenture à peu près nulle. Il proposait d'interpréter le phénomène comme un mécanisme de défense par lequel la Truite, soumise à l'action d'un fond éclairant, substituerait à un écran mélanique absorbant, un écran à guanine réfléchissant. « Elle s'assure », disait-il, « du même coup, par cette réaction admirablement orientée, l'homochromie protectrice et une défense plus efficace contre l'action des rayons lumineux. »

A cette théorie, on peut objecter immédiatement que la région dorsale des Poissons qui reçoit le plus de lumière, est aussi celle qui aurait besoin d'être la mieux protégée. Or, ce sont toujours les écailles ventrales qui contiennent le plus de guanophores, les écailles dorsales en étant même souvent dépourvues.

D'autre part, divers auteurs avaient vu dans l'argenture un moyen pour les Poissons qui habitent les eaux superficielles d'échapper aux espèces carnassières qui les poursuivent : grâce à l'éclat dont ils brillent, ils peuvent se confondre avec la surface de l'eau qui paraît argentée vue de la profondeur.

Mais ce rôle protecteur de l'argenture vis-à-vis des prédateurs est lui aussi sujet à critique. Il est douteux que la surface de l'eau, vue de la profondeur, apparaisse brillante — que les Poissons carnassiers nagent toujours au dessous de leurs proies — et que la poursuite ait lieu aux heures où la lumière est la plus forte et où par conséquent l'argenture serait la plus utile. Il suffit d'avoir pratiqué la pêche dite « à la cuiller » pour savoir qu'un des procédés qui attire le plus sûrement un Poisson carnassier consiste à traîner dans l'eau un objet brillant, en métal ou en nacre, que l'animal prend évidemment pour le ventre argenté d'une proie. Loin de protéger celui qui en est revêtu, l'argenture semble donc plutôt attirer sur lui l'attention de son ennemi. Enfin le meilleur moyen de montrer la fragilité de cette hypothèse est peut-être d'opposer aux interprétations utilitaires précédentes celle que suggère M. Rao (1917), à propos des têtards de *Microhyla ornata :* la bande dorsale brillante, guaninique, que pré-

sentent ces animaux servirait non plus à les empêcher d'être vus par leurs ennemis, Couleuvres et Oiseaux, mais au contraire à les faire reconnaître par ceux-ci, entre toutes les autres larves, comme une espèce non comestible que des glandes nauséabondes rendent désagréables au goût...

Le plus grave défaut des explications de cet ordre, c'est qu'elles ne s'appliquent qu'à certains cas particuliers. Les auteurs qui ont interprété l'argenture des Poissons oublient que la prédominance ventrale des guanophores est générale chez les Vertébrés inférieurs, et que des considérations de défense contre la lumière ou contre des ennemis ne sauraient jouer à propos d'Anoures ou d'Ophidiens, animaux terrestres, dont la face ventrale est fort peu visible et peu éclairée. C'est une attitude d'esprit très anthropomorphique que de poser en principe que ce qui se voit est fait pour être vu. Il ne faut pas oublier que les pigments, qui sont si apparents à la surface du corps, se rencontrent aussi, et parfois en grande abondance, dans des régions inaccessibles à la vue et sans doute à la lumière, telle que la vessie natatoire, la cavité générale, où les guanophores forment souvent une véritable argenture interne.

Une autre conception inadmissible, soutenue dans des travaux antérieurement aux miens, et qui prétend rendre compte de l'existence du pigment purique, est celle qui le considère, ainsi d'ailleurs que les autres pigments, comme une substance de réserve que l'animal accumule dans des conditions favorables pour l'utiliser lorsque sa nourriture devient insuffisante. Les auteurs qui ont défendu cette théorie ne savaient en général rien de précis sur la nature chimique du contenu des guanophores et se sont appuyés sur des expériences mal faites concernant l'action du jeûne. Mes recherches sur ce point, entreprises avec toutes les garanties désirables, font entièrement justice de cette interprétention fantaisiste. Je ne puis que renvoyer aux pages précédentes qui en résument les résultats.

Pour en finir avec la discussion des explications proposées antérieurement, il me reste à citer une théorie intéressante dont Mandoul a été le principal défenseur et qui fait de la présence de la guanine dans les téguments la conséquence d'une insuffisance de l'appareil excréteur, cette substance représentant un produit de désassimilation que le rein est incapable d'éliminer.

Les expériences que j'ai rapportées plus haut et d'après lesquelles les régimes alimentaires n'ont pas d'influence sur la production du pigment purique m'avaient déjà mis en défiance contre une telle expli-

cation. L'insuffisance habituelle du rein aurait dû être augmentée et la suppléance des guanophores se manifester bien davantage chez des animaux nourris avec du foie et du thymus, aliments riches en nucléo-protéides (1) ; or, l'examen des téguments ne montrait rien de semblable.

Non seulement les nucléines naturelles n'agissent pas sur la pigmentation, mais l'acide nucléique, chimiquement pur paraît sans influence sur celle-ci. En effet, j'en ai fait absorber pendant plus de deux mois à des têtards ; pendant une période de six mois, j'ai fait, chaque quinzaine, à des adultes de *Rana temporaria*, une injection sous-cutanée de 1 décigramme d'acide nucléique en solution ; dans aucun cas je n'ai obtenu de coloration anormale des téguments ou de modifications quelconques du pigment purique. L'examen microscopique ne m'a révélé aucune augmentation du nombre des formes jeunes ou des formes de division des guanophores.

Ces expériences condamnent donc la théorie qui voit dans la présence des guanophores le témoignage d'une insuffisance rénale.

L'analyse précédente m'a permis de passer successivement en revue les divers problèmes que soulève une étude systématique du pigment purique. Les faits auxquels j'ai fait allusion jusqu'ici le concernent seul. Mais l'étude d'une catégorie de chromatophores serait incomplète et dangereusement conduite si elle ne cherchait à établir la signification de ceux-ci par rapport aux autres cellules pigmentaires. Les conclusions auxquelles j'ai été amené au terme de mes recherches font donc état d'un certain nombre de données, concernant la pigmentation en général, les rapports qu'on peut établir entre les divers ordres de pigments. Ce sont elles que je résumerai en terminant.

Dès le début de mon travail, à mesure que se précisaient mes idées sur le pigment purique, j'étais amené à me demander si les faits que j'observais lui étaient strictement particuliers ou si on pouvait les retrouver à propos des autres pigments tégumentaires des Vertébrés inférieurs.

Les recherches que j'ai entreprises à ce sujet m'ont amené à la notion importante de l'étroite parenté de tous les chromatophores. Et cette parenté doit s'entendre non seulement dans le sens d'une concordance de leurs réactions aux agents extérieurs, mais dans le sens primordial de la signification semblable de leur contenu.

(1) Chez un homme normal, une ration alimentaire riche en corps producteurs de purines augmente considérablement l'excrétion d'acide urique. Chez les goutteux, on sait avec quelle facilité les écarts de régime déterminent des crises et le dépôt d'acide urique et d'urates dans les tissus.

J'ai donc montré que les cellules à pigment sont comparables par leur origine, leur mode de multiplication, leur répartition générale, leurs propriétés physiologiques, quels que soient les différents pigments qu'elles contiennent. De nombreuses expériences m'ont convaincu de l'indifférence de tous les chromatophores à l'égard des influences alimentaires, de leur indifférence à l'action des diverses sécrétions internes (épiphyse, hypophyse), contrairement à l'opinion antérieurement défendue par certains auteurs américains ; mon attention a été attirée par l'influence apparente des glandes génitales dont la période d'activité coïncide avec une hyperproduction des différents pigments (parure de noces) : j'ai abouti à la conclusion que l'action de ces glandes n'était point directe, mais que l'hyperpigmentation se présentait comme une conséquence des modifications du métabolisme caractéristiques de la période sexuelle.

L'action de la lumière se fait sentir sur tous les ordres de cellules pigmentaires, mais chacun d'eux y réagit de façon personnelle. Ainsi, alors que les têtards de Grenouille élevés sur fond blanc présentent une augmentation de leurs guanophores, ceux qui sont élevés sur fond jaune présentent une augmentation de leurs lipophores.

On observe, selon l'intensité lumineuse employée et selon la catégorie de chromatophores considérée, une apparition de cellules nouvelles ou une disparition de cellules existantes. Pour un éclairage intense le nombre des mélanophores et des lipophores augmente, celui des guanophores diminue. L'inverse se produit lorsque la lumière est presque nulle. Cette action de la lumière s'explique avant tout et sans faire intervenir de données finalistes (protection, etc.), par ce fait que le chromatophore utilise l'énergie lumineuse pour l'élaboration de son pigment. A chacun des processus chimiques qui aboutissent à la formation des trois pigments paraît bien correspondre une intensité optima pour laquelle la substance favorisée se développe à peu près seule. Lorsqu'un éclairage active la production du pigment blanc, il inhibe presque toujours celle du pigment noir, et inversement ; la diminution de l'un correspond à l'augmentation de l'autre: il se produit entre eux une sorte de balancement.

Un tel balancement ne s'observe d'ailleurs pas seulement lorsqu'on fait agir la lumière sur les cellules pigmentaires. On peut le mettre en évidence dans d'autres cas, et j'en ai trouvé un exemple frappant en nourrissant des têtards avec de la lécithine. L'ingestion de cette substance, qui inhibe l'action de la tyrosinase sur la tyrosine par laquelle se forme le plus habituellement la mélanine dans l'organisme

des Vertébrés, amène une surproduction compensatrice de guanine. Un têtard nourri au jaune d'œuf présente au bout de trois semaines un aspect grisâtre, anormal, caractéristique; ses téguments se révèlent à l'examen pauvres en mélanophores et d'une richesse extraordinaire en cellules à guanine ; celles-ci sont non seulement plus nombreuses, mais de plus grande taille, plus riches en cristaux et ont un aspect en quelque sorte exubérant. Je ne puis, dans l'état actuel de nos connaissances, que constater ce curieux balancement dont le mécanisme reste aussi totalement ignoré que son observation est certaine. Rien ne permet de supposer une action directe de la lécithine sur la formation du pigment purique. Peut-être est-il permis de penser que les corps mélanogènes, arrêtés dans leur évolution naturelle et laissés sans emploi peuvent se transformer exceptionnellement en bases puriques.

Les conclusions touchant la signification des pigments auxquelles m'ont amené mes recherches, peuvent se résumer par les affirmations suivantes :

1° les substances pigmentaires sont de nature excrémentitielle ;

2° elles se rattachent au métabolisme endogène de l'animal sans cependant être le témoin fidèle de ce métabolisme ;

3° les substances pigmentaires une fois déposées dans les chromatophores y sont remarquablement stables et ne montrent aucune disposition à être éliminées au dehors.

En ce qui concerne le premier point, mes travaux ultérieurs sur les Invertébrés sont venus apporter une confirmation indirecte mais saisissante à cette manière de voir, grâce au fait que chez l'Araignée, par exemple, les mêmes substances pigmentaires, mélaniques ou guaniniques, qui contribuent à donner sa coloration au tégument, se retrouvent comme une partie fondamentale des excréments de l'animal ; et même la mélanine y apparaît avec la coloration particulière variable du brun rouge au noir suivant les espèces ou les individus, qu'elle possède dans l'hypoderme du sujet correspondant.

En ce qui concerne le deuxième point, je rappelle et je fais mienne la distinction que Folin a établie parmi les substances de déchet, entre celles qui varient avec le régime et révèlent par cela même leur origine exogène (urée chez les Mammifères) et celles qui se montrent indépendantes de l'alimentation (créatinine des Mammifères) et qui proviennent de l'usure des tissus propres de l'animal. Les pigments m'apparaissent comme appartenant à ce dernier groupe : on trouvera facilement dans les expériences alimentaires et autres rapportées plus haut la fondement de cette manière de voir.

Aucun des pigments considérés ne représente d'ailleurs un témoin fidèle du métabolisme endogène. Celui-ci peut être profondément bouleversé par la maladie, l'inanition prolongée, sans que la coloration soit modifiée ; inversement, on observe des troubles profonds de la pigmentation (albinisme, mélanisme) chez des sujets dont l'état physiologique est par ailleurs parfaitement normal.

En ce qui concerne le troisième point, je l'aurai suffisamment justifié lorsque j'aurai dit d'une part que les figures d'élimination du pigment par voie cutanée, digestive ou autre, ne s'observent jamais chez les animaux normaux, — d'autre part que le nombre des cellules pigmentaires croît avec l'âge de façon tout à fait régulière.

Dégénérescence pigmentaire chez des larves de Batraciens en état d'inanition

J'ai enfin terminé mes recherches sur le pigment en étudiant chez les têtards de Batraciens une conséquence de l'état de jeûne qu'aucun auteur, parmi ceux qui ont recherché systématiquement les modifications cytologiques entraînées par l'inanition, n'a paru observer jusqu'à présent : à savoir une dégénérescence pigmentaire qui frappe les cellules les plus diverses et atteint la presque totalité des organes.

Ses caractères sont les suivants :

1° Elle est formée exclusivement d'un pigment noir ou brun foncé

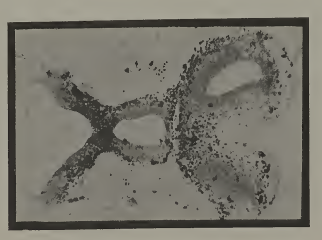


Figure 1. — Coupe dorso-tangentielle de l'encéphale d'un Têtard inanitié x 100
Les cellules phagocytaires pigmentées se détachent en noir, elles occupent principalement la substance grise (dont les noyaux faiblement colorés ont une teinte grisâtre, sur la figure) et sont plus denses au pourtour de celle-ci.

appartenant au groupe des mélanines (extrême résistance aux agents chimiques, etc...).

2° Elle est généralisée à tous les tissus et organes de l'animal : chez ce dernier l'aptitude des cellules à former du pigment ne reste donc pas l'apanage d'éléments spécialisés (chromatophores).

3° Dans tous les organes elle donne lieu à deux sortes d'images. Les unes consistent en l'apparition de petits grains mélaniques dans les cellules propres du tissu ; les autres, dans l'envahissement de ce tissu par de grandes cellules ovoïdes bourrées de grains noirs et de mottes de dimensions variables. Ces éléments semblent les mêmes pour tous les organes. Leur morphologie les rapproche beaucoup des cellules mûriformes décrites antérieurement dans le foie des Vertébrés inférieurs et dont les enclaves ont pour origine des hématies phagocytées : mais les boules des éléments que je décris ne donnent jamais ou presque la réaction du fer fréquemment présentée par les cellules mûriformes, aussi je pense qu'elles résultent non de la phagocytose d'hématies, mais de celle de cellules altérées de toute catégorie.

On observe facilement que leur nombre croît à mesure que se prolonge le jeûne et que leur abondance est maxima à la veille de la mort. Je n'ai pu relever aucune figure d'élimination de ces cellules chargées de pigment, ni au niveau du revêtement externe, ni dans la lumière du tube intestinal. Mais il me paraît prématuré de conclure à leur maintien ou à leur destruction sur place avant d'avoir observé ce qui se passe chez des sujets d'abord soumis au jeûne, puis renourris. On peut supposer en effet que chez le têtard profondément inanitié, les mécanismes éliminateurs subissent une inhibition en rapport avec l'état de misère physiologique intense, et que le retour à l'alimentation entraînerait une décharge des éléments mélanisés par la voie intestinale ou cutanée.

Les microphotographies de la Planche I peuvent permettre de juger de l'importance et de la généralité des processus de mélanisation que je viens de décrire. On peut s'étonner qu'un phénomène qui, tel qu'il se présente ici, ne peut guère reconnaître d'autre cause qu'une désintégration accentuée des constituants protéiques cellulaires, demeure une réaction localisée au têtard de Batracien. Sans doute les Vertébrés supérieurs sont-ils incapables de supporter aussi longtemps que le têtard la privation totale de nourriture, et l'intensité de la désintégration est-elle relativement dépendante de la durée de l'inanition qui en est la cause. Il est à remarquer cependant que les Batraciens adultes, qui se montrent aussi plastiques que les têtards

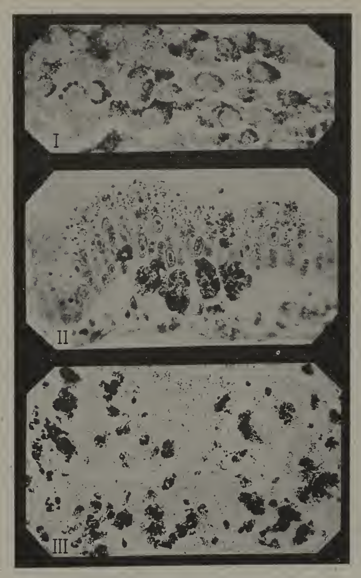


PLANCHE I. — Têtard inanitié.

En I, cellules ganglionnaires rachidiennes à un fort grossissement. Presque tous les éléments contiennent un grand nombre de grains mélaniques surtout denses au voisinage du noyau. x 800.

En II, paroi de l'intestin : dans les cellules de l'epithelium, les grains de pigment s'accumulent surtout au pôle apical; les grosses cellules phagocytaires, ici très visibles, siègent entre l'epithelium et la musculeuse. x 800.

En III, foie non coloré : on constate l'abondance des éléments phagocytaires mélaniques. x 225.

en ce qui concerne le régime alimentaire, ne présentent, après un jeûne intégral de plusieurs mois, aucune mélanisation massive comparable à celle que je décris. Il y a certainement dans la façon dont le jeune et l'adulte utilisent leurs réserves des différences qui permettent de réduire cette apparente contradiction.

Les faits présentés dans cet exposé ne sont pas en opposition avec ceux que j'ai signalés chez les Batraciens larvaires ou adultes, et qui montrent l'indifférence remarquable des cellules pigmentaires, en particulier des mélanophores, à différents régimes alimentaires et au jeûne. Il s'agit en effet ici de phénomènes de pigmentation dégénérative, n'atteignant pas des cellules spécialisées ou chromatophores, mais les éléments les plus divers de l'organisme larvaire.

II. — CONTRIBUTION A L'HISTOPHYSIOLOGIE DES ARANEIDES

Si je me suis pendant plusieurs années consacré à une étude d'ensemble de l'histophysiologie des Araignées, ce n'est pas tant pour approfondir nos connaissances sur un groupe particulier d'Invertébrés que pour apporter une contribution à la cytologie et à l'histophysiologie générales. Ce n'est pas à la légère que j'ai choisi les Araignées comme matériel d'études, mais c'est pour avoir, après différents essais sur d'autres groupes, été retenu par la remarquable originalité des images que mes premières tentatives m'avaient révélées chez ces animaux.

J'ai eu la bonne fortune de réaliser mes intentions.

J'ai pu en effet d'une part établir sur des bases histologiques dignes de foi des rapports fonctionnels importants, puis, m'appuyant sur ces résultats, présenter une vue générale des principales fonctions, réalisant ainsi une synthèse physiologique dont la littérature ne présente guère d'autres exemples chez les Invertébrés.

D'autre part, j'ai pu tirer de mes observations des enseignements cytologiques généraux.

Ainsi, j'ai montré que la cytologie de l'Araignée est dominée par l'intensité et l'évidence des processus élaborateurs nucléaires. Le noyau est dans bien des cas le siège de transformations cycliques et figurées, dont l'origine est d'ordinaire le nucléole, et qui peuvent aboutir aussi bien à l'élaboration de substances de déchet (tissu interstitiel, tubes de Malpighi, cloaque) qu'à la synthèse de produits utiles (cellules à ferments de l'épithélium intestinal). Aucun autre objet n'a jamais

fourni à ma connaissance de témoignages aussi frappants de la participation du noyau à la sécrétion : les images histologiques que j'ai observées sont véritablement exceptionnelles par leur précision et leur beauté. Le chondriome paraît au contraire avoir un rôle relativement réduit et n'être responsable de la formation des enclaves que dans des cas très rares (glandes séricigènes).

D'autre part, la loi qui établit un antagonisme entre l'activité élaboratrice de la cellule et son pouvoir de multiplication (loi de Prenant) trouve une éclatante confirmation chez les Aranéides. Elle y est même précisée en ce sens que c'est l'activité élaboratrice du noyau lui-même qui se montre ici incompatible avec la possibilité pour l'élément de se reproduire : les noyaux si actifs dont il vient d'être question ne présentent jamais de mitoses.

Le problème si fréquemment discuté de savoir dans quelle mesure la division directe peut être le mode normal et exclusif, non seulement d'accroissement, mais encore d'entretien d'un tissu, reçoit par mes observations une solution très nette : plusieurs des organes essentiels de l'Araignée (tubes de Malpighi, tissu interstitiel) qui subissent un accroissement et sont le siège d'une régénération physiologique considérable au cours de la vie ne présentent jamais de figures de caryocinèse, mais des images d'amitose très démonstratives : or, les figures de division directe peuvent d'autant moins échapper que chez les Aranéides l'activité mitotique est périodique, limitée à un court espace de temps en rapport avec la mue.

Enfin l'étude comparative de diverses espèces d'Araignées m'a persuadé qu'une même fonction peut être assurée chez des animaux très voisins par l'intermédiaire de processus cellulaires tels qu'à côté de caractères communs fondamentaux, concernant par exemple l'origine nucléaire ou la nature chimique identique des produits, ils présentent des variations morphologiques importantes et très nettes. Si tous les cytologistes demeuraient persuadés que l'image qu'ils observent chez une espèce n'a pas d'existence obligatoire en dehors de celle-ci, bien des générations illégitimes, bien des controverses stériles pourraient être évitées.

Je vais résumer très brièvement les principales conclusions de mon travail, qui a porté sur la digestion, l'excrétion, les fonctions complexes du tissu interstitiel, le sang, la formation de la soie dans les différents types de glandes séricigènes, et je terminerai par le très rapide examen de quelques points de physiologie générale.

Digestion

L'Araignée ne peut absorber que des éléments liquides. Aussi le premier acte de la digestion est-il chez elle un acte externe préparatoire à l'absorption, et consiste-t-il à liquéfier les tissus de la proie au moyen du produit, répandu au dehors, des glandes salivaires. Tantôt l'Araignée injecte sa salive dans les tissus de l'animal capturé, tantôt elle se contente de l'en asperger abondamment. La bouillie qui ne tarde pas à résulter de l'action de la salive est aspirée, traverse sans s'y arrêter le pharynx et l'œsophage et s'accumule sous forme d'un liquide épais dans les culs-de-sac céphalothoraciques et abdominaux de l'intestin moyen. Elle baigne l'épithélium de la paroi qui se compose de deux types d'éléments tout à faits différents, la cellule à ferments et la cellule absorbante.

La cellule à ferments élabore des produits de sécrétion ; dans cette formation, le noyau joue un rôle primordial, comme en témoignent de magnifiques images. A partir du nucléole se forment en effet des enclaves fuchsinophiles et réfringentes qui se développent à l'intérieur du noyau jusqu'à le distendre au maximum et à ne laisser subsister autour d'elles qu'une mince couche annulaire de chromatine. Elles sont ensuite expulsées dans le protoplasme. Après leur sortie, le noyau se reforme et élabore très rapidement une enclave nouvelle. Le produit de la sécrétion, masse albuminoïde qui sert de support à un ou plusieurs ferments, est expulsé dans la lumière, au moment où la bouillie alimentaire y parvient. En effet, la présence de matériaux alimentaires dans les diverticules intestinaux déclenche au bout d'un temps très court des modifications des cellules secrétantes : les boules déjà formées achèvent d'y mûrir ; cette maturation se traduit histologiquement par le passage d'un état homogène à un état grenu et par d'importantes modifications de leur colorabilité. Puis elles se fondent en une seule masse qui s'écoule au dehors et se mélange dans la lumière avec le liquide nutritif.

C'est ce mélange qui est absorbé par le second type d'éléments intestinaux, ou cellules absorbantes. Il s'y condense sous forme de sphérules d'un aspect particulier. A ce moment commencent dans la cellule absorbante les véritables transformations digestives que j'ai étudiées dans tous leurs détails et qui aboutissent à la séparation de produits assimilables (graisses, albumines solubles) destinés à quitter rapidement l'épithélium digestif pour se rendre dans un tissu de réserve (tissu interstitiel), et de produits de déchet variés (principalement des

urates cristallisés), qui s'accumulent dans l'élément. Ces enclaves de déchet ont des aspects multiples qui ne se rencontrent pas tous chez une même espèce: la figure 2 en donnera une idée plus exacte que ne pourrait faire toute description.

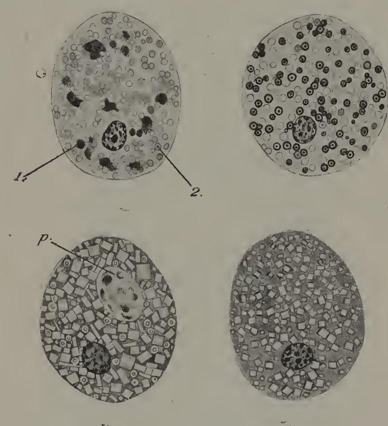


Figure 2. — Cellules intestinales absorbantes contenant des produits de déchet variés, la plupart cristallisés.

Tegenaria domestica x 1000.

A mesure que la digestion s'accomplit, les produits excrémentitiels augmentent dans la cellule et finissent par la remplir plus ou moins complètement. Au bout d'un temps variable l'élimination a lieu soit par décapitation du pôle apical, où les déchets peuvent s'être massés, soit par élimination de la cellule tout entière ; elle se détache, tombe dans la lumière et y est rapidement détruite.

Les produits de déchet libérés cheminent dans la partie terminale, canaliculaire, de l'intestin moyen. La couche musculaire de celui-ci

assure par ses contractions leur tassement et leur progression, tandis que la couche épithéliale secrète une enveloppe hyaline qui les enrobe. Au cours de leur migration, les déchets continuent à se transformer et subissent une mélanisation plus ou moins poussée. Ils arrivent enfin dans le cloaque, où ils se réunissent à la masse de guanine secrétée par les tubes de Malpighi et où ils attendent leur expulsion au dehors. La défécation, phénomène réflexe, paraît moins déterminée par la distension souvent considérable de la poche cloacale que par l'absorption de nouveaux aliments (augmentation de pression intra-abdominale) ou par des excitants psychiques (frayeur, etc.).

Avant de terminer cet exposé concernant la digestion, je voudrais

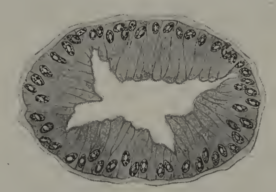


Figure 3. — Intestin postdiverticulaire.
Epeira cucurbitina. x 300.

insister sur le fait que la cellule intestinale des Araignées n'est en aucune façon comparable à celle des Mammifères, par exemple. Celle-ci se contente de puiser dans la lumière des produits nutritifs ; elle est essentiellement absorbante. Au contraire, chez les Araignées c'est dans la cellule même qu'a lieu la séparation entre les produits assimilables et les produits excrémentitiels : cette cellule est donc digestive au sens le plus strict.

Excrétion.

Mes recherches m'ont montré que l'excrétion est assurée chez les Araignées par des organes ou des tissus très divers. Ils peuvent être répartis en deux groupes selon que les déchets qu'ils éliminent sont exogènes, d'origine alimentaire, ou endogènes, provenant de l'usure des tissus propres de l'animal.

La première catégorie est uniquement représentée par les cellules absorbantes intestinales qui, comme nous l'avons vu précédemment sont chargées, en outre l'absorption, du rejet de la partie non assimilable des aliments.

La seconde catégorie comprend :

1° Les tubes de Malpighi, dépendances du cloaque, qui grâce à leur développement anatomique en un système individualisé de ramifications, grâce à la spécialisation très poussée de leur syncytium, constituent l'appareil excréteur le plus important des Araignées. Le produit essentiel de leur activité est représenté par des cristaux très abondants de guanine ou d'un guanate, élaborés par le syncytium, ainsi qu'en témoignent des processus que j'ai décrits en détail. Ils sont d'une variété remarquable, en rapport avec les différences spécifiques, mais le noyau y participe toujours de façon figurée et très saisissante. Malgré leur très grand intérêt au point de vue de la cytologie générale, je ne puis les décrire ici. Je soulignerai seulement combien est satisfaisant le fait de l'origine nucléaire constante des enclaves des-

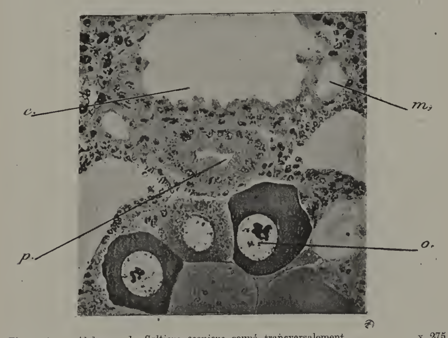


Figure 4. — Abdomen de *Salticus scenicus* coupé transversalement. x 275.
c: cloaque.
m: tube de Malpighi.
p: intestin postdiverticulaire.
o: œufs incomplètement développés.

tinées à se transformer en cristaux de guanine : on sait en effet les rapports chimiques étroits qui unissent l'acide nucléique et la guanine. Les tubes sécrètent en outre un liquide légèrement acide ayant pour origine des vacuoles presque constamment présentes dans la paroi. Celle-ci contient encore des enclaves basophiles qui sont expulsées dans la lumière et s'y dissolvent.

Le rôle excréteur des tubes de Malpighi est confirmé par leur pouvoir d'éliminer les matières colorantes que l'on injecte à l'animal.

Le fonctionnement des tubes est à peu près continu. L'élaboration de la guanine ne paraît pas influencée par l'un quelconque des temps du cycle digestif. Il n'y a ici aucune dépendance entre l'appareil excréteur et le tube digestif, comparable à celle qui, chez l'Homme, par exemple, fait éliminer au rein une partie des déchets provenant de l'alimentation. Je considère les tubes de Malpighi comme des émonctoires réservés à l'excrétion des produits qui résultent de la consommation par l'Araignée de ses tissus propres. C'est ce qui explique pourquoi leur fonctionnement, peu accusé chez les animaux qui n'utilisent pas leurs réserves, devient plus actif chez les individus qui jeûnent et atteint son maximum lors de l'inanition complète. On peut dire en règle générale qu'une Araignée se trouve dans un état d'autant meilleur et est d'autant mieux nourrie que ses tubes de Malpighi contiennent moins de cristaux. Des lumières distendues par une masse épaisse de guanine traduisent toujours des conditions physiologiques peu satisfaisantes.

2° Le cloaque, qui se rapproche par sa nature des tubes de Malpighi. Il excrète comme eux de la guanine, mais en outre plusieurs autres types de cristaux de déchets. Je n'ai pu préciser complètement leur nature, mais j'ai bien suivi les processus par lesquels ils sont élaborés ; la participation du noyau à leur formation donne lieu à des images cytologiques remarquables et d'une très grande netteté.

3° Un ensemble de cellules particulières localisées aux culs-de-sacs intestinaux superficiels et ayant pour fonction unique l'élaboration de cristaux de guanine qu'elles accumulent un certain temps et qu'elles évacuent ensuite en masse dans la lumière des diverticules intestinaux ; la guanine libérée chemine à l'état dissous jusqu'au cloaque ; elle y recristallise par suite des caractères d'acidité différents du nouveau milieu et se mêle aux autres excréments, dont elle partage le sort. L'ensemble des cellules forme une sorte d'organe complémentaire des tubes de Malpighi et peut dans une certaine mesure compléter ceux-ci : fait significatif, on observe très généralement un

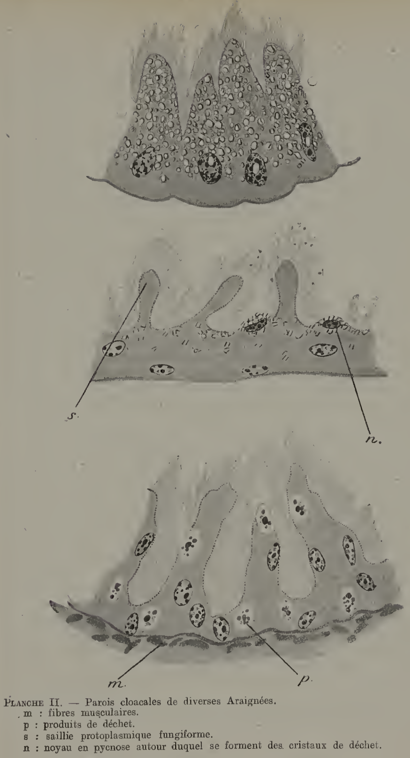


Planche II. — Parois cloacales de diverses Araignées. x 900.
m : fibres musculaires.
p : produits de déchet.
s : saillie protoplasmique fungiforme.
n : noyau en pycnose autour duquel se forment des cristaux de déchet.

développement anatomique inverse entre le réseau malpighien et la couche des cellules à guanine.

D'ailleurs il existe un rapport certain entre la variété de pigment mélanique représentée chez un animal donné et la coloration plus ou moins foncée des excréments qu'il rejette.

5° Les nephrocytes ou athrocytes. Grands éléments localisés au cephalothorax. Ils élaborent de très petits cristaux de déchet dont je n'ai pu préciser la nature, mais qui n'appartiennent certainement pas à la série purique. Ces enclaves ne s'accumulent que temporairement dans l'élément et sont éliminées sans doute par la voie sanguine, étant donné les rapports étroits que présentent les nephrocytes avec les lacunes. Ces nephrocytes retiennent électivement le carminate d'ammoniaque injecté à l'Araignée.

6° Enfin, le tissu interstitiel. C'est un tissu à rôle très complexe. Il se présente sous l'aspect de cordons cellulaires plus ou moins épais, disposés autour des diverticules intestinaux, entre lesquels il forme une masse de remplissage traversée par les tubes de Malpighi et par les vaisseaux sanguins. Cette situation explique qu'il participe à de nombreuses fonctions, et en particulier à celles de nutrition générale et d'excrétion. En ce qui concerne son rôle excréteur, on voit, aux dépens de ses noyaux, grâce à l'activité et aux transformations du nucléole, se former des enclaves réfringentes, d'abord intranucléaires, puis émigrant dans le cytoplasme. Elles se montrent d'une telle résistance aux agents chimiques que leur réutilisation dans les processus anaboliques apparaît comme très improbable. Leur élaboration continue est indépendante des autres fonctions du tissu.

Celui-ci, en effet, et je le dis ici pour n'avoir point à y revenir, se présente d'autre part comme un véritable régulateur des réserves, à fonctions alternatives d'accumulation et de mise en liberté de graisses, peut-être aussi accessoirement de matières albuminoïdes. Il est remarquable que les corps gras représentent chez les Aranéides la presque totalité des réserves et que celles-ci ne s'accumulent jamais sous forme de glycogène. Les graisses proviennent directement des cellules absorbantes intestinales qui les abandonnent durant la première partie de la digestion. Du tissu interstitiel elles passent au fur et à mesure des besoins dans le plasma sanguin, chargé de leur distribution ; on les y retrouve sous forme de gouttelettes lipoïdes extrêmement fines.

Enfin le tissu interstitiel possède tous les caractères histologiques des tissus endocrines ; j'ai décrit en détail les figures qui me parais-

sent liées à une sécrétion interne, mais comme mes observations ne la précisent point au point de vue physiologique, je n'y insisterai pas davantage.

Sang.

Les globules sanguins des Araignées ont pour origine très remarquable des éléments de la paroi musculaire cardiaque qui représentent comme chez d'autres groupes d'Invertébrés l'homologue d'une paroi enodothéliale. Elles forment des cellules souches, ou hémoblastes, qu'on retrouve à la base de toutes les catégories d'éléments sanguins. Ceux-ci revêtent trois types principaux : le type leucocytaire hyalin allant du lymphocyte au grand mononucléaire, le type granuleux, à granulations faiblement acidophiles ; un type particulier, à enclaves albuminoïdes, cristalloïdes, oxyphiles, que j'ai nommées cellules de Cuénot.

Ces éléments sont les seuls qui soient présents dans le sang de l'Araignée en période normale. Mais au cours de la mue se produisent de profondes et très remarquables modifications : les leucocytes hyalins se multiplient, puis se transforment en éléments particuliers, vacuolaires, tandis que les cellules à enclaves oxyphiles semblent disparaître. Ces modifications quantitatives et qualitatives sont temporaires, et après l'exuviation la formule normale se rétablit. Le tableau suivant, donnant la formule sanguine de l'Araignée dans les jours

	6 jours environ avant l'exuviation	2 jours avant l'exuviation	Pendant l'exuviation	20 heures après l'exuviation	80 heures après l'exuviation	6 jours après l'exuviation	8 jours après l'exuviation
Granulocytes	30 %	12 %	10 %	10 %	15 %	25-30 %	40 %
Leucocytes hyalins	55 %	0 %	0	0	5 %	65 %	55-60 %
Cellules à enclaves éosinophiles	2 à 5%	0	0	0	0	0	1 à 2%
Cellules vacuolaires petites	10 %	15-20 %	0	0	10 %	5 %	0
— moyennes	0	50 %	0	0	30 %	2 %	0
— grandes	0	20 %	90 %	90 %	40 %	0	0

qui précèdent et qui suivent la mue, me dispensera d'entrer dans les détails du phénomène.

Je ne puis mieux me représenter le mécanisme déterminant ces remarquables modifications sanguines qu'en supposant à leur origine une faculté temporaire qu'acquièrent les globules (cellules vacuolaires) d'absorber l'eau contenue dans le plasma. En effet, à mesure



Figure 5. — Cellules vacuolaires à différents stades.
Tegenaria domestica. x 1800.
a : apparition de la vacuole dans un petit leucocyte hyalin.
b : stade intermédiaire.
c : vacuole complètement développée.

que les cellules se gonflent, il est fort frappant de voir celui-ci épaissir davantage ; après l'exuviation, l'échange se ferait en sens inverse et déterminerait un retour progressif à l'état normal.

J'ai tenu à étudier les variations de l'alcalinité et de l'acidité ioniques du sang pendant la mue, et cela pour deux raisons principales : d'une part parce que des modifications de cet ordre accompagnent souvent des changements dans l'hydratation — d'autre part parce que les variations du PH ont déjà été mises à l'origine de crises cinétiques, et que de telles crises s'observent lors de la mue. J'ai systématiquement recherché ces variations. J'ai pratiqué des examens sur toutes sortes d'Araignées. Celles que j'avais choisies en dehors de la période de mue m'ont fourni quel que soit leur âge, leur sexe, leur état nutritif ou génital des chiffres constants que je situe aux environs de 8,3. On ne peut manquer d'être frappé de l'alcalinité relativement considérable révélée par ces résultats, mais je les ai vérifiés avec grand soin et ils concordent d'ailleurs avec ceux indiqués par Duval (1925) pour le sang des Crustacés et des Mollusques. J'ai recherché le PH à toutes les phases de la mue. Je n'ai pu constater aucune différence avec le chiffre précédemment obtenu. Aucune relation de cause à effet ne peut donc être établie entre un PH parfaite-

ment stable et les variations sanguines qui précèdent ou qui suivent l'exuviation.

En ce qui concerne la physiologie des globules sanguins, je dirai seulement que les leucocytes hyalins et granuleux sont doués de mouvements amiboïdes, mais que les hyalins seuls semblent avoir des aptitudes, d'ailleurs peu marquées, à la phagocytose. Je n'ai pu découvrir chez l'Araignée aucun organe phagocytaire spécialisé tel qu'on en rencontre chez de nombreux groupes de Trachéates.

Le sang joue dans la nutrition un double rôle : il est accumulateur de réserves grasses par ses leucocytes qui contiennent des enclaves lipoïdes ; il est distributeur de ces mêmes réserves par l'intermédiaire du plasma qui porte aux différents organes, sous forme de fines gouttelettes, la graisse libérée par le tissu interstitiel, au fur et à mesure des besoins. Cette libération a lieu de telle façon que la teneur du plasma en gouttelettes graisseuses se maintient à peu près constante tant que le tissu interstitiel n'est pas complètement vidé.

La soie et sa sécrétion.

La soie qui sert aux Araignées soit à capturer et à immobiliser leurs proies, soit à tisser des cocons pour abriter leurs œufs ou se protéger elles-mêmes lorsqu'elles hivernent, est produite par des glandes particulières dites glandes sérieigènes, qui sont le siège d'une activité sécrétrice et excrétrice considérable. Il était donc d'autant plus remarquable qu'elles n'eussent point été étudiées. J'ai établi que si elles répondent à des types anatomiques variés et si leurs produits de sécrétion ne sont pas tous identiques, leurs particularités cytologiques fondamentales et les processus essentiels de la formation de la soie sont cependant communs à toutes les variétés, et sensiblement différents de ceux qui ont été décrits chez les autres animaux fileurs de soie (Lépidoptères, Trichoptères).

A quelque type qu'elles appartiennent, les glandes sérieigènes sont revêtues par une membrane nucléée très résistante, sur laquelle repose un épithélium toujours formé d'une seule rangée de hautes cellules cylindriques, limitant une lumière le plus souvent arrondie. Les noyaux gardent un aspect uniforme pendant les diverses étapes de l'activité cellulaire et ne semblent pas par conséquent participer directement aux phénomènes sécréteurs, contrairement à ce qui s'observe chez les Chenilles par exemple. Le protoplasme est d'abondance très variable suivant l'état et suivant l'âge des cellules ; il occupe l'élément jeune tout entier, mais on ne le trouve plus que dans la

moitié basale de l'élément adulte ; dans certaines cellules à activité extrême, il peut ne plus former qu'une mince couronne autour du noyau, comprimé qu'il est avec celui-ci contre la basale par un grand nombre de boules de sécrétion. Dans tous les cas il se montre remarquablement basophile et les méthodes spéciales y décèlent un chondriome abondant formé de mitochondries et de chondriocontes.

Le produit de sécrétion apparaît sous forme de boules qui s'accumulent dans la région supranucléaire des cellules : elles sont parfaitement bien limitées ; leur taille et leur colorabilité, constantes dans une même région glandulaire, permettent de distinguer dans certaines glandes deux zones superposées différentes, dont l'une, la plus étendue, forme le corps, dont j'ai appelé l'autre pièce terminale glandulaire, puisqu'elle est immédiatement suivie par le canal excréteur.

Les boules se forment dans le corps, comme dans la pièce terminale, à partir du chondriome. Leur élaboration est très rapide, car pour un nombre considérable d'enclaves constituées, on ne voit dans la cellule que très peu de formes intermédiaires. Cette sécrétion accélérée correspond aux conditions physiologiques dans lesquelles la glande est amenée à fonctionner : l'Araignée peut en effet, lors de la capture de certaines proies, avoir à utiliser dans un court espace de temps une quantité considérable de soie.

Les boules sortent individuellement des cellules et tombent dans la lumière, où elles se fusionnent. Une coupe transversale de la lumière au niveau du corps glandulaire contient une masse homogène dont la colorabilité reste identique à celle des boules qui lui ont donné naissance. Au niveau de la pièce terminale, la lumière contient une masse bicolore, dont le centre correspond à la sécrétion du corps cheminant vers le canal excréteur, et dont la zone périphérique, de coloration différente, reproduit celle des enclaves de la pièce terminale, d'où elle dérive : les deux sécrétions persistent indépendantes et reconnaissables un certain temps, gardant une colorabilité distincte ; elles progressent ainsi dans les conduits excréteurs ; mais elles finissent par s'y confondre en un cylindre homogène ; les influences qui s'exercent sur elles pendant le trajet et qui motivent ces transformations ne peuvent que difficilement être précisées : y a-t-il seulement mélange intime et celui-ci résulte-t-il d'une action mécanique due à ce que toute pression exercée par l'animal sur le corps glandulaire en vue de faire jaillir la soie (contractions musculaires) se répercute avec une force considérable dans le cylindre chitineux, rigide, très étroit, qu'est le canal excréteur ? Y a-t-il au contraire com-

binaison entre les deux sécrétions au cours de leur cheminement ? Peut-on enfin attribuer un rôle actif dans cette transformation aux canaux excréteurs qui bien que leur paroi interne chitineuse ne paraisse pas devoir faciliter les échanges, possèdent parfois des cellules annexes dont le caractère sécrétoire est manifeste (chondriome abondant, etc.) ? Aucun fait précis ne m'a permis jusqu'à présent de retenir particulièrement l'une ou l'autre de ces hypothèses.

Des recherches histochimiques m'ont amené d'autre part aux conclusions suivantes, très brièvement résumées :

1° la soie des Araignées que j'ai étudiées diffère notablement de la soie bien connue du Bombyx du Mûrier. Le fil de celui-ci se compose, on le sait, d'un axe de fibroïne entouré d'un manchon de séricine. Le fil de l'Araignée ne paraît pas contenir de séricine, mais est uniquement formé d'une substance analogue à la fibroïne, elle se montre seulement plus résistante aux solvants, cette résistance variant d'ailleurs avec le type de glande considéré.

2° La nature du contenu des glandes de l'Araignée diffère par ses propriétés chimiques de la soie émise : les enclaves qui donnent naissance à la masse intraglandulaire et cette masse elle-même sont formées d'une substance proprement « séricigène », extrêmement résistante aux solvants, et dont la transformation en soie définitive semble n'avoir lieu qu'au moment de l'émission ou très peu avant celle-ci. On peut d'ailleurs se demander dans quelle mesure la substance en question est véritablement élaborée par les glandes. Déjà les rapports étroits que contractent constamment celles-ci avec les lacunes sanguines suggèrent l'idée que le sang apporte au tissu glandulaire les éléments nécessaires à la fabrication de la ou des substances séricigènes ; mais on peut je crois aller plus loin et je serais actuellement tenté d'admettre que les glandes fonctionnent comme de véritables filtres destinés à extraire du sang des matériaux déjà à demi élaborés. J'ai pu en effet montrer, avec J. Turchini, en examinant divers organes d'Araignées en lumière ultraparaviolette filtrée (lumière de Wood), d'une part que la soie y brille d'une vive fluorescence bleuâtre, qu'elle soit contenue à l'intérieur des glandes ou émise sous forme de fils, — d'autre part que les leucocytes sanguins présentent, à l'exclusion de tous les autres éléments composant le corps de l'Araignée, une fluorescence tout à fait comparable. Cette observation m'a permis de hasarder l'hypothèse que les leucocytes apporteraient aux glandes la substance séricigène dont elles assurent l'élaboration et

l'évacuation. Ma supposition semble d'autant plus légitime que j'ai cherché en vain la fluorescence leucocytaire chez tous les Invertébrés non sécréteurs de soie que j'ai pu examiner.

Dans les derniers chapitres de mon travail, j'ai abordé l'étude d'un certain nombre de problèmes de physiologie générale dépassant le cadre des fonctions précédemment étudiées.

Ainsi je me suis efforcé, et je crois y être parvenu dans les grandes lignes, d'établir le cycle des corps gras chez les Araignées. Ceux-ci, comme je l'ai dit plus haut, constituent la réserve fondamentale de l'organisme, et de ce fait leur cycle commande l'énergétique de ces animaux.

Par ailleurs, j'ai cherché à mettre en évidence le cycle du fer. Mes expériences portant sur des Tégénaires auxquelles je faisais sucer des Mouches alimentées avec un sirop au lactate de Fer m'ont révélé de façon très nette l'influence du fer alimentaire sur le fer présent dans les tissus. D'autre part, j'ai pu établir que si ce dernier est normalement uni de façon très stable à des combinaisons organiques, le jeûne, qui force l'animal à vivre sur sa propre substance, disloque et transforme ces complexes en associations plus lâches et rend le métal histologiquement décelable.

Passant à l'examen des différentes étapes du cycle vital de l'Araignée, je me suis particulièrement attaché à l'étude de la mue. J'ai pu entre autres me convaincre qu'il n'y avait au cours de cette période aucune modification de l'acidité ou de l'alcalinité ioniques des tissus. D'autre part, cherchant à déclencher expérimentalement la mue, et supposant qu'une hormone pouvait conditionner ce grand bouleversement périodique, j'ai tenté diverses expériences (injection à une Araignée au repos du sang d'une Araignée en mue — ingestion par une Araignée normale de plusieurs animaux en pleine exuviation) qui ne furent jamais couronnées de succès.

J'ai analysé la façon dont se font la croissance et le renouvellement des cellules usées chez l'Araignée. J'ai montré que pour presque tous les organes, les mitoses surviennent par crises et exclusivement pendant la mue.

J'ai terminé enfin par l'étude des causes normales de la mort chez les Araignées annuelles. Elles doivent être cherchées dans les exigences du développement des produits et des organes sexuels : celles-ci sont telles que l'animal, ou tout au moins la femelle, en est définitivement

appauvri en réserves, et, mieux, qu'on peut assister à une destruction subtotale de la masse diverticulaire intestinale par l'ovaire. On voit alors la paroi ovarique émettre des bourgeons extrêmement végétants qui s'insinuent entre les diverticules intestinaux, empruntant le trajet des travées interstitielles et détruisant celles-ci devant eux. Lorsqu'un diverticule se trouve complètement encerclé, on assiste en son intérieur à des phénomènes de lyse qui vont jusqu'à la fonte complète des cellules. En corrélation avec cette dégénérescence intestinale progressive, on note chez l'Araignée une inappétence croissante, puis un refus obstiné de la proie qui la conduisent à la mort un peu après le moment où elle a pondu.

III. — RECHERCHES SUR LE REIN

Sur une fonction d'élimination des graisses dans le rein des Mammifères carnassiers

Plusieurs auteurs avaient signalé la présence d'enclaves graisseuses dans le rein de divers Mammifères, mais l'étude systématique et causale de celles-ci n'avait jamais été entreprise. Bien que mes recher-

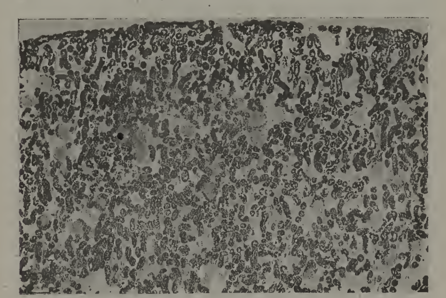


Figure 6. — Substance corticale d'un rein de Chat normal, fixé à l'acide osmique. x 35.

Surcharge intense des canalicules en corps gras.

ches sur ce sujet ne soient pas encore terminées, j'ai observé déjà un certain nombre de faits nouveaux et significatifs.

Ainsi j'ai pu montrer que la teneur plus ou moins grande du parenchyme rénal en enclaves grasses est un caractère en partie zoologique et que par exemple les Carnassiers (Félidés, Mustélidés) se distinguent de tous les autres Mammifères par la quantité exceptionnellement abondante de sphérules graisseuses que l'on peut observer dans la paroi de leurs canalicules rénaux. Ce fait semble s'étendre à toutes les espèces du groupe quoiqu'il se présente chez chacune d'elles avec des modalités variables, qualitatives et quantitatives. Le rein du Chat possède normalement beaucoup plus de graisse que celui du Chien, et celui-ci à son tour est plus riche que celui du Furet, par exemple.

Les enclaves se montrent surtout dans les tubes contournés et dans les segments intermédiaires du canalicule. On peut aussi, mais plus rarement, en mettre en évidence dans la capsule de Bowman : seul le Chat présente des glomérules presque complètement infiltrés.

Leur nature chimique est loin d'être toujours la même et les variations de cet ordre s'observent non seulement d'une espèce à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même espèce, d'un individu à l'autre. Ainsi j'ai rencontré des Chats dont la quasi unanimité des enclaves rénales étaient formées de graisses neutres non saturées, alors que ce sont en général des corps lipocholestériques que l'on décèle dans le

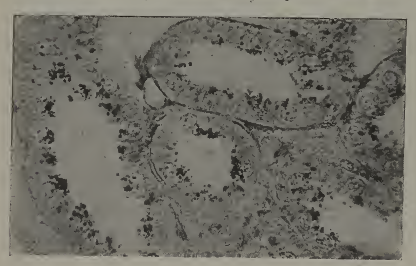


Figure 7. — Rein de Chien. Fixation osmique.
Enclaves lipoïdes prêtes à être expulsées dans la lumière des canalicules.

rein de cet animal. De même le Chien, qui possède des enclaves grasses osmioréductrices, montre quelquefois au niveau de ses canalicules des sphérules exclusivement lipoïdes.

En ce qui concerne l'origine et la destinée de toutes ces enclaves, j'ai pu établir que le canalicule rénal des Carnassiers ne fait pas la synthèse de la graisse qu'il contient : celle-ci est d'origine sanguine et filtre à travers le tube urinaire, essentiellement au niveau du tube contourné, plus discrètement au niveau du glomérule ou du segment intermédiaire ; les capillaires du rein montrent souvent dans leur lumière une quantité appréciable de sphérules grasses de taille variable, tantôt très fines, isolées ou plus ou moins régulièrement alignées, plus rarement d'assez grandes dimensions, distendant la paroi vasculaire et réalisant de véritables embolies graisseuses.

Contrairement à ce qui se passe dans le foie par exemple, mes observations montrent de la façon la plus nette que dans le cas du rein aucune influence digestive n'intervient directement pour expliquer les variations de la graisse capillaire ou même sa présence : parmi les reins que j'ai étudiés, celui qui se montre le plus riche en enclaves intracapillaires se trouve être celui d'un Chien maintenu sans nourriture depuis 36 heures environ.

La graisse d'origine circulatoire pénètre dans l'épithélium rénal et s'y accumule pendant un temps variable. Elle tombe ensuite dans la

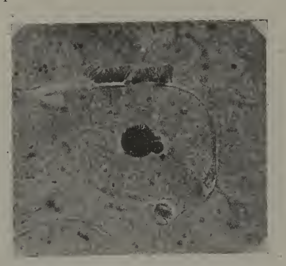


Figure 8. — Rein de Chien fixé à l'acide osmique.
Lumière d'un tube contourné remplie par une grosse sphère osmioréductrice accompagnée d'une sphérule plus petite.

lumière du tube, y est détruite et éliminée. Le fait que cette élimination n'avait pas jusqu'ici été mise en évidence tient à ce que les enclaves libérées sont détruites avec une extrême rapidité et à ce que leur élimination (tout au moins chez le Chien, qui m'a fourni des pièces particulièrement favorables) se fait selon un rythme intermittent et précipité : la graisse ne quitte la paroi épithéliale qu'au cours d'une espèce de « crise », réalisant une décharge presque totale, en un temps probablement très bref. La réalité de l'élimination est attestée par des images qui, quoique rares, sont très nettes ; elles montrent la lumière des tubes contournées bourrée d'enclaves, en même temps que la paroi correspondante apparaît plus ou moins dépourvue des sphérules osmiophiles qu'elle contient dans les circonstances ordinaires ; l'épithélium qui vient d'évacuer ses enclaves demeure en parfait état, et telle qu'elle se présente ici, l'élimination de la graisse épithéliale ne saurait être confondue avec les figures d'altération d'observation courante dans les pièces pathologiques ou médiocrement fixées. D'autre part, dans certains cas où la lumière est libre d'enclaves osmiophiles, on peut y mettre en évidence, par la réaction de Fischler à l'acétate de cuivre, des cristaux d'acides gras témoignant d'une désintégration partielle des graisses qui y étaient contenues.

Les observations ci-dessus concernent des animaux de diverses espèces, mais tous normaux, et dont j'ai presque toujours pu connaître l'âge, le sexe, l'état génital ou alimentaire. Il apparaît à la lumière de ces renseignements que chez les Carnassiers l'élimination de la graisse par le rein est un processus physiologique qui correspond à une véritable fonction de cet organe.

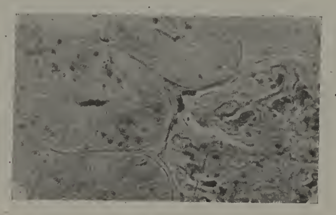


Figure 9. — Rein de Chien fixé à l'acide osmique.
Fines enclaves grasses dans la lumière d'un tube contourné et dans un capillaire voisin.

L'examen comparatif des pièces appartenant à des sujets jeunes ou âgés, mâles ou femelles, jeûnants ou bien alimentés, montre que si des variations quantitatives importantes se manifestent d'un individu à l'autre, elles ne sont cependant pas sous la dépendance des facteurs que je viens de citer. De sorte qu'en même temps que j'attribue à l'élimination de la graisse par le rein la valeur d'une fonction, et d'une fonction relativement indépendante, il me faut préciser qu'elle admet des variations individuelles, cycliques ou autres, dont le déterminisme reste à trouver.

Sur la non-existence du « rein gravidique »

Mes observations sur le rein des Carnassiers ont eu d'autre part la conséquence de me permettre de nier l'existence, jusqu'alors à peu près classique, du « rein gras gravidique ». On sait que ce terme désignait depuis Leyden une stéatose rénale survenant au cours de la gestation et considérée par les uns comme physiologique par les autres comme pathologique. L'existence d'un tel rein s'appuyait d'abord sur l'étude de pièces provenant de femmes mortes à l'hôpital, dont on pouvait, de ce fait, douter qu'elles représentassent l'état normal, — ensuite sur des observations de Chirié concernant des reins de Chiennes. L'auteur en question, trouvant des quantités notables d'enclaves grasses dans des pièces prélevées sur une dizaine de femelles au voisinage du terme, concluait que la stéatose observée devait être rapportée à l'état gravidique, persuadé qu'il était à priori de l'absence de toute image de ce genre dans le rein du Chien normal.

Les faits que j'ai exposés précédemment montrent pourquoi le travail de Chirié pèche par sa base même : l'examen systématique d'un grand nombre de sujets des deux sexes révèle en effet que la graisse rénale existe chez l'animal normal, et qu'elle n'est pas plus abondante chez les femelles gestantes que chez les mâles.

Pour achever la démonstration de l'indépendance entre la gestation et l'état graisseux du rein, j'ai étudié ce qui se passe dans ce dernier organe chez une femelle pleine lorsque l'espèce à laquelle celle-ci appartient ne présente normalement que peu de graisse rénale. Si la conception de Chirié était exacte, les modifications entraînées par la gravidité seraient sans doute beaucoup plus visibles dans les groupes à graisse normale peu abondante (Rongeurs) que chez la Chienne. J'ai donc examiné dans ce sens les reins d'un certain nombre de Rates ou de Cobayes femelles, gravides ou non, sans y distinguer jamais de variations significatives.

J'ai ajouté à cette étude celle de plusieurs reins de Vaches. Cet animal a le double avantage de représenter un groupe zoologique relativement pauvre en graisse rénale et de se rapprocher beaucoup, quant à la gestation, des conditions de durée réalisées dans l'espèce humai-



Figure 10. — Rein de Chien mâle fixé à l'acide osmique. Faisceaux de canalicules chargés de corps gras.

ne. On ne peut opposer en effet à cet exemple l'objection qui pouvait venir à l'esprit en ce qui concerne le Cobaye femelle, et surtout la Rate, que la durée de la gestation est trop courte pour permettre à des modifications rénales de s'instituer. Chez la Vache, pas plus que dans les autres cas, je n'ai relevé de variations histologiques du rein au cours de la grossesse ou aux environs de son terme.

Je crois donc pouvoir conclure que chez l'animal il n'existe point de rein gravidique. Cette négation peut s'entendre à un double point

de vue, car si je n'ai retrouvé nulle part le rein gras gravidique de Leyden, je n'ai pas davantage observé dans l'état, dans la structure des différents segments urinaires, d'aspects particuliers permettant d'affirmer histologiquement l'influence de la gravidité normale sur la physiologie rénale.

IV. — RECHERCHES SUR LE FOIE

Ce chapitre résume les résultats d'un vaste ensemble de recherches portant sur l'organe hépatique et principalement sur le rôle adipopexique de celui-ci dans toute la série des Vertébrés, mais particulièrement chez les Mammifères et chez les Poissons, qui, comme mon étude me l'a révélé, représentent à ce point de vue des types tout à fait opposés. En ce qui concerne le foie des Poissons, les données acquises jusqu'à ce jour étaient, on le sait, tout à fait restreintes. En ce qui concerne les Mammifères, malgré l'importance de travaux tels que ceux de Carnot et Deflandre, Gilbert et Jomier, Terroine, la complexité des phénomènes étudiés est telle que bien des points restaient encore à préciser, bien des faits à expliquer.

Dans mon étude, à la fois systématique et comparative du foie de ces deux grands groupes de Vertébrés, j'ai utilisé les méthodes d'investigation chimiques et histologiques, mais il m'a paru en outre très instructif de pratiquer sur le foie des *mesures pondérales et volumétriques*, de rechercher en particulier les variations physiologiques et spécifiques du poids du foie rapportées au poids total de l'animal. En ce qui concerne les Vertébrés inférieurs, la littérature ne fournissait jusqu'à présent à cet égard que d'exceptionnelles données. J'ai pu pratiquer des mesures sur plusieurs centaines de Poissons, appartenant à des groupes très variés et dont l'état physiologique (alimentaire et génital) était soigneusement noté pour chaque animal.

Les résultats que j'ai obtenus sont les suivants :

1° Le rapport $\frac{\text{poids du foie}}{\text{poids total du corps}}$ est sujet d'une espèce à l'autre, et à l'intérieur d'une même espèce, à des variations *considérables* dont on aura une idée suffisante en sachant que les chiffres extrêmes relevés ont été de 1/7, soit 143 0/00 chez une Roussette femelle bien nourrie, et de 1/387, soit 2,63 0/00 chez une très jeune Plie à jeûn depuis 80 jours.

2° les études chimiques et histologiques entreprises sur les organes soumis à la mensuration montrent que les fluctuations du rapport sont dûes essentiellement à un mouvement considérable (charge et décharge) des matières grasses dans le foie. C'est ce qui explique le fait au premier abord curieux, qu'il existe dans l'ensemble des cas une proportionnalité inverse entre la *densité* de l'organe et le rapport considéré. A partir d'une certaine valeur de ce dernier, on voit le foie, très léger, flotter dans l'eau douce ; pour une valeur plus faible, il ne flotte plus dans l'eau douce, mais flotte encore dans l'eau de mer. Il y a là une indication grossière qui bien qu'elle ne dispense pas de mesures précises (actuellement en cours) m'a paru cependant assez suggestive.

3° les variations du rapport poids du foie-poids du corps se montrent soumises aux facteurs suivants :

a) *conditions alimentaires :* le fait que l'organe hépatique fonctionne chez les Poissons comme un organe accumulateur de graisse explique l'influence directe des conditions nutritives sur le volume de celui-ci. Le jeûne, auquel les Poissons résistent fort bien, aboutit à coup sûr à la disparition totale de la graisse hépatique, et corrélativement à une réduction considérable de l'organe.

Si, serrant la question de plus près, on envisage les variations du rapport en fonction de la durée de l'inanition, on s'aperçoit qu'il varie *proportionnellement* au temps, tout au moins pendant les six premières semaines. C'est là une observation un peu inattendue. Je compte la pousser plus loin quant à la durée, car les documents que je possède concernant des expériences prolongées sont actuellement trop peu nombreux pour qu'on puisse en faire état.

Si on établit les graphiques de ces variations chez différentes espèces et en différentes saisons, on constate deux faits logiquement satisfaisants. L'un, c'est que pour un même intervalle de temps, le rapport poids du corps-poids du foie croît plus vite en été qu'en hiver. L'autre, c'est que ce rapport, toutes conditions égales d'ailleurs, croît d'autant plus vite que l'on a affaire à des espèces dont les représentants sont musculairement plus actifs : ainsi, il s'élève plus vite chez les Labridés, sans cesse en mouvement, que chez les indolentes Plies ou les paresseux Syngnathes.

b) *conditions génitales :* la période de repos sexuel est définie pour chaque espèce par une valeur fixe du rapport envisagé. En période d'activité, le rapport s'élève, passe par un maximum un peu avant

la maturité des produits génitaux et retourne ensuite progressivement au chiffre normal.

c) *facteurs spécifiques :* chaque espèce possède une valeur type du rapport qui doit, bien entendu, être recherchée chez des sujets normaux, bien nourris et au repos sexuel. Deux espèces voisines le sont aussi en ce qui concerne le rapport. Ce fait mérite tout particulièrement d'être relevé dans le cas où les deux espèces considérées diffèrent notablement quant à la taille moyenne des individus (grande et petite Roussette). La constance relative du rapport se retrouve encore en ce qui concerne des groupements plus généraux : à un rapport de type Sélacien, élevé, on peut opposer le rapport plus faible des Téléostéens, etc... J'aurai dit l'essentiel des caractères qui unissent le rapport à la situation zoologique en mentionnant que les limites plus ou moins étendues entre lesquelles ce dernier peut varier constituent elles aussi une caractéristique liée à la famille, voire au genre : les pêcheurs de Morues connaissent bien les variations particulièrement importantes que subit le volume du foie de ces animaux suivant l'époque de leur capture ; chez les Pleuronectes, par contre, les dimensions de l'organe hépatique sont relativement constantes

d) l'existence de *variations saisonnières* du volume du foie — variations indépendantes du cycle génital — me paraît incontestable ; mais elles sont faibles et le plus souvent masquées par les variations dûes aux facteurs précédemment énumérés. Sans doute l'influence saisonnière se ramène-t-elle en partie à celle de la température extérieure ; mais les indications que j'ai pu recueillir sur ce point appellent quelques observations complémentaires.

Si l'on compare maintenant les résultats ci-dessus aux faits analogues concernant le foie des animaux homéothermes, on voit que chez les Mammifères et chez les Oiseaux les variations principales, d'ailleurs toujours très limitées, que l'on peut mettre en évidence, sont sous la dépendance de la qualité du régime alimentaire, mais dépendent en outre et surtout de la plus ou moins grande étendue relative de la surface du corps : le rapport atteint une valeur d'autant plus élevée que l'animal considéré est plus petit. Ce fait s'explique d'ailleurs aisément puisque la déperdition de chaleur est proportionnelle à la surface cutanée et puisqu'on attribue au foie un rôle essentiel dans le maintien d'une température constante.

Chez les Poissons, nous l'avons vu, le poids du foie ne varie pas proportionnellement à la surface du corps, ce qui ne saurait étonner car la température interne est sensiblement égale à la température

ambiante et par conséquent le foie n'a pas à compenser de déperdition de chaleur importante.

Les influences déterminantes de la valeur du rapport chez les Poissons, à savoir les conditions de nutrition et les conditions génitales, n'exercent qu'une action des plus réduites sur le poids du foie des Mammifères. Chez ces derniers, les recherches concernant l'influence possible de l'état sexuel ou de l'état alimentaire sur le volume du foie étaient très insuffisantes. Mes observations sur le Chat et le Cobaye au point de vue alimentaire, sur le Cobaye femelle au point de vue génital, m'ont montré que les variations du rapport que l'on peut rattacher aux facteurs en cause ne dépassent pas 20 % de sa valeur, alors que chez les Poissons, toutes conditions égales d'ailleurs, on peut observer des variations du rapport qui s'élèvent à plus de 700 0/0 de sa valeur.

La méthode pondérale appliquée au foie des Poissons et à celui des Mammifères permet d'affirmer à elle seule que ces deux organes sont physiologiquement bien différents. C'est ce fait que vérifie et que précise la suite de mon étude, entreprise avec le secours des techniques chimiques et histologiques.

Recherches chimiques sur le foie des Poissons

On sait depuis les recherches de Terroine que chez les Homéothermes la teneur en corps gras de l'organe hépatique ne varie chez les sujets normaux que dans des limites très étroites, quelles que soient les conditions dans lesquelles ils se trouvent et que chez les animaux morts de faim eux-mêmes le taux habituel se maintient à quelque chose près.

Une première série de dosages que j'ai pratiqués chez les Poissons montre des différences considérables de la teneur en corps gras de l'organe hépatique, différences qui correspondent à des caractères d'espèce zoologique et surtout à la diversité des conditions physiologiques. Nous retrouvons évidemment ici les facteurs qui influent sur les variations du rapport poids du foie-poids du corps puisque, comme je l'ai indiqué, les dosages traduisent dans un langage un peu différent, et plus précis, les mêmes résultats que fournissaient les mensurations hépatiques. Les augmentations ou diminutions du volume hépatique se trouvent amplifiées par des variations de même

sens concernant la teneur % en acide gras de l'organe Pour fixer les idées, je donne ici quelques exemples :

Animal	État physiologique	Poids du foie / Poids total du corps	Acides gras % de foie frais	Poids ac. gras / Poids total du corps
Roussette 19	Très bien nourrie avant la ponte	$\frac{1}{7}$	78 %	$\frac{1}{9}$
Roussette 17	Très bien nourrie à la fin de la ponte	$\frac{1}{19}$	30 %	$\frac{1}{63}$
Roussette 34	Mal nourrie à la fin de la ponte	$\frac{1}{42}$	19,7 %	$\frac{1}{216}$
Labre 7	Mal nourri (3 semaines de jeûne) après la ponte	$\frac{1}{88}$	2,9 %	$\frac{1}{2.640}$

Les cas ci-dessus, volontairement choisis parmi des animaux se trouvant dans des conditions normales, ou subnormales, donnent une idée des variations déjà si importantes *observables dans les conditions naturelles*. Mais l'expérimentation permet de réaliser des écarts encore beaucoup plus considérables. En particulier, j'ai pu, à la suite d'un jeûne de trois mois, réduire à 0 la teneur en acides gras du foie d'un certain nombre de Plies.

Une analyse qualitative des corps gras qui s'accumulent dans le foie des Poissons m'a montré que des graisses neutres non saturées en formaient la presque totalité. Il s'agit d'acides gras difficiles à identifier, mais encore beaucoup moins saturés que les acides oléique et linoléique. La cholestérine et les lipoïdes phosphorés, présents en petite quantité, ne subissent pas de variations quantitatives importantes, quelles que soient les conditions physiologiques.

Observations histologiques sur le foie des Poissons

Il me reste à résumer l'essentiel de mes observations histologiques.

Chez les Poissons, les variations d'ordre spécifique que les diverses techniques mettent en évidence justifieraient une étude spéciale de chaque famille ; mais je ne veux retenir ici que les faits et les images

communs à la plupart d'entre elles. Le foie des Poissons, organe tubulé, s'opposant par sa structure au foie lobulé des Mammifères, est le siège de processus histologiquement observables en rapport direct avec un mouvement considérable des corps gras. L'examen le plus



Figure 11. — Foie d'une Raie avant la ponte. Fixation osmique. x 65.
Surcharge intense et égale, en graisses neutres, de tout le parenchyme hépatique. Au centre, une grosse veine.

superficiel de l'organe montre en effet qu'il est normalement envahi par une masse considérable de graisse disposée en gouttelettes de taille variable, le protoplasme des cellules hépatiques, refoulé par les enclaves, prend l'aspect d'une trame irrégulière et ténue. Lorsque l'accumulation de la graisse est maxima, on relève des phénomènes de confluence entre les gouttelettes graisseuses qui aboutissent à la formation de véritables flaques, remplissant complètement les cellules. Toutes ces images caractérisent l'*état normal de l'organe hépatique chez des animaux bien nourris et au repos sexuel.* Elles sont cependant plus frappantes chez les Sélaciens que chez les Syngnathes, par exemple, où les enclaves grasses restent de petite taille et d'abondance relativement discrète.

Des conditions physiologiques particulières, telles que le jeûne ou l'activité génitale entraînent des modifications importantes de l'état

ci-dessus Elles consistent essentiellement dans un déversement intracapillaire de la graisse du parenchyme. Cette graisse se retrouve dans la lumière des vaisseaux de tout calibre et est visiblement transportée vers les points d'utilisation extrahépatiques. La migration est attestée principalement par deux types de figures tout à fait frappantes : en premier lieu, on observe le passage direct des boules hors de la cellule hépatique dans la lumière du capillaire. En second lieu, on peut rencontrer dans une région du foie, où par ailleurs la graisse est très abondante, des plages où les boules osmiophiles sont fort raréfiées : au centre de telles régions appauvries en graisse, on trouve constamment une ou deux lumières vasculaires distendues par une coulée graisseuse résultant évidemment de la sortie et de la fusion plus ou moins totale des enclaves antérieurement contenues dans le parenchyme. A mesure que la durée du jeûne augmente, on suit la diminution progressive des réserves grasses. A la période de jeûne maxima, qui n'est en général réalisée chez les Poissons qu'après plusieurs mois de privation de nourriture, le foie se montre totalement dépourvu de graisse ; il est intéressant de remarquer que les dernières traces qui en subsistent sont toujours intracapillaires. Il me paraît suggestif de mentionner ici le cas des mâles de Syngnathes considérés au moment où ils portent et nourrissent de jeunes embryons fixés à la paroi de leur poche incubatrice : le foie de ces animaux se montre très fortement appauvri en enclaves grasses et cela d'autant plus que l'incubation est plus avancée.

Je signalerai en terminant la présence constante d'importants dépôts pigmentaires ne donnant pas la réaction du fer dans le foie de presque tous les Sélaciens qui ont été antérieurement soumis à des conditions telles qu'une partie importante de leurs réserves grasses ont été mobilisées. Ces amas pigmentaires foncés sont assez abondants pour modifier macroscopiquement la couleur du foie : l'organe, tout à fait clair chez la jeune femelle immature, prend un aspect marbré et une coloration foncée chez les sujets soumis au jeûne, comme chez ceux dont l'activité génitale s'est déjà manifestée. Je serais tenté d'établir un rapport de cause à effet entre la production de ce pigment et la mise en mouvement des réserves adipeuses hépatiques ; j'ai aussi observé dans d'autres groupes de Vertébrés (foie de Chat) des images tout à fait démonstratives qui m'encouragent à considérer la relation qui unit dans le foie le pigment et la graisse comme un phénomène très général.

Recherches histologiques et chimiques sur le foie des Mammifères

J'aborde maintenant la description comparative de ce qu'on observe dans l'organe hépatique des Mammifères.

D'une part, un régime alimentaire riche en graisse (Chat nourri à la crême de lait par exemple) n'amène chez ces derniers qu'une surcharge tout à fait temporaire de l'organe, ayant la signification d'une simple traversée de celui-ci. En prélevant chez une série de Chats les foies d'heure en heure après le début du repas, on assiste très nettement à l'apport de la graisse par les vaisseaux portes, à la surcharge d'abord périportale, puis centrolobulaire du lobule, et finalement à l'évacuation de la graisse par les vaisseaux sus-hépatiques.

D'autre part, à l'inverse de ce qui se passe chez les Poissons, le jeûne n'entraîne chez les Mammifères aucune diminution de la graisse hépatique ; bien au contraire, il s'accompagne d'une augmentation parfois considérable des enclaves osmiophiles intracellulaires ou intracapillaires ; elle tient à ce que la graisse des dépôts, mobilisée au cours de l'inanition, traverse l'organe hépatique pour se rendre dans la circulation générale. Ce phénomène, d'intensité variable suivant les espèces, est particulièrement net chez le Cobaye et son observation y est facilitée par le fait qu'à l'état normal le foie de cet animal est très pauvre en gouttelettes grasses. Dans les cas typiques, le phénomène se déroule de telle sorte que l'on voit la quantité de graisse augmenter dès le deuxième jour du jeûne, passer par un maximum le troisième ou le quatrième jour et décroître ensuite jusqu'à une disparition à peu près complète de la graisse hépatique ; cet état terminal précède en général de peu la mort par inanition. Celle-ci d'ailleurs, résultante de phénomènes complémentaires, peut, spécialement chez le Chat, survenir bien avant la fonte totale des réserves grasses : j'ai eu l'occasion d'autopsier des Chats morts de faim après plus de trois semaines de jeûne, et de constater à la fois que les lieux d'accumulation de la graisse en contenaient encore une quantité appréciable — et que le foie surpris par la mort était encore le siège d'un important transit de gouttelettes adipeuses.

Les dosages d'acides gras que j'ai pratiqués fournissent des résultats parallèles à ceux de l'investigation histologique. Si on construit chez les Cobayes, par exemple, la courbe des variations de la teneur en graisse du foie au cours de l'inanition, on obtient un tracé du type en dos d'âne. Ce fait avait échappé à Terroine dans son grand

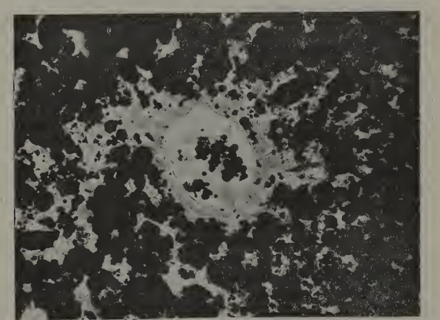
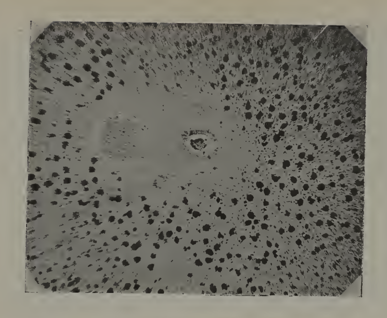


PLANCHE III. — Foie de Chat, prélevé à la fin de la digestion d'un repas de crème de lait.

En haut, vue topographique montrant la surcharge graisseuse temporaire des lobules. x 45.

En bas, veinule sus-hépatique, à un fort grossissement, montrant l'évacuation des globules graisseux. x 400.



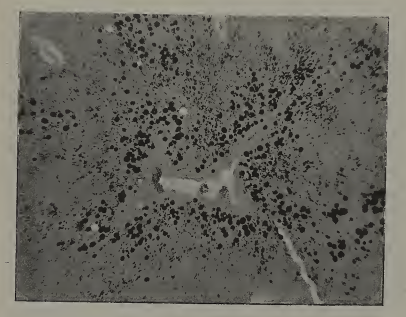


Planche IV. — Foies de Chien montrant les capillaires périportaux embolisés par des sphérules de graisses neutres. Fixation osmique.

En haut, Chien digérant un repas riche en graisse.
En bas, Chien en état de jeûne.

travail sur la physiologie des substances grasses : la raison en est que les dosages pratiqués sur l'organe hépatique par cet auteur ne concernaient que les périodes initiale et terminale du jeûne ; ayant trouvé dans les deux cas des résultats sensiblement équivalents (ce que vérifie d'ailleurs la courbe que j'ai établie), il en concluait à tort que le taux des acides gras du foie demeurait constant au cours de l'inanition. Il a donc méconnu ainsi le phénomène intermédiaire que des observations convergentes, à la fois chimiques et histologiques, m'ont permis d'établir de façon nette. Seuls les acides gras varient avec des conditions physiologiques. Le taux de la cholestérine, des lipoïdes ne présente pas de modifications appréciables.

J'ai étudié enfin chez les femelles de Mammifères les modifications de la graisse hépatique en rapport avec la physiologie de l'appareil génital. Il n'existait sur cette intéressante question que des indications assez anciennes et insuffisantes. De mes résultats je me contenterai d'extraire le fait essentiel constaté sur de nombreuses espèces (Brebis, Vache, Rate, etc...) que la gravidité dans sa dernière période, et la lactation, s'accompagnent constamment d'une surcharge grasse du lobule hépatique surtout marquée dans la région périportale. Elle apparaît en général vers le milieu de la gestation et augmente pro-

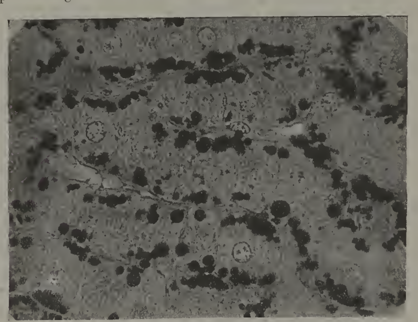


Figure 12. — Foie d'une Vache près du terme. Fixation osmique. Orientation caractéristique des enclaves grasses en bordure des capillaires sanguins.

gressivement à mesure que le terme approche. Au point de vue cytologique, cet état est caractérisé par une localisation particulière des enclaves qui se montrent nettement orientées par rapport aux capillaires sanguins ; la figure 13 donne une idée de la netteté du phénomène.

Il est probable que l'augmentation en cause de la graisse hépatique traduit, comme dans le cas du jeûne, la mobilisation des réserves et leur passage à travers l'organe hépatique. Ce dernier exemple histologique s'ajoute aux précédents pour illustrer la différence fondamentale qui sépare la physiologie du foie des Mammifères de celle du foie des Poissons. Dans le premier cas, l'organe hépatique apparaît comme l'accumulateur le plus important des réserves grasses de l'organisme. Dans le deuxième cas, au contraire, le foie n'est qu'un relai obligatoire placé sur le trajet parcouru par les matières grasses lorsqu'elles cheminent vers les points d'accumulation ou lorsqu'elles sont restituées par ceux-ci à la circulation générale. Ces considérations permettent de réduire l'apparente contradiction des images qui consiste en ce que les mêmes conditions physiologiques déterminent chez les Poissons une diminution de la graisse hépatique, et chez les Mammifères une augmentation de celle-ci.

J'ajouterai en terminant que mes observations sur le foie des autres groupes de Vertébrés inférieurs (Batraciens et Reptiles) ne m'ont jamais révélé de faits comparables à ceux que j'ai étudiés dans le foie des Poissons et qui dominent chez ces animaux le fonctionnement de l'organe. En ce qui concerne la physiologie hépatique et le métabolisme des graisses, les Poissons occupent donc une place tout à fait à part dans la série des Vertébrés.

V. — RECHERCHES DE PATHOLOGIE EXPERIMENTALE

Comportement du sarcome du Rat en présence du gigantome à terre d'Infusoires

Dans ces recherches, faites en collaboration avec A. Prenant et H. Dimitresco, nous avons voulu étudier quel serait le comportement du sarcome du Rat en présence du gigantome à terre d'Infusoires, et si les deux sortes de tumeurs, coexistant chez un même animal, exerceraient ou non l'une sur l'autre une influence quelconque.

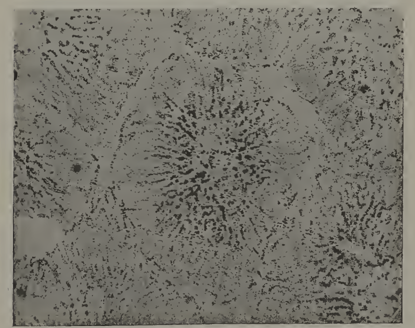


Planche V. — En haut, type de surcharge graisseuse périportale : foie de Brebis à terme ; fixation osmique.
En bas, type de surcharge graisseuse centrolobulaire : foie d'Hippopotame mort de maladie infectieuse.

Cette influence, si elle existait, on pouvait à priori la supposer comme pouvant s'exercer de deux façons entièrement opposées. On pouvait s'attendre à ce que le sarcome amenât par sa présence la transformation sarcomateuse du gigantome. Il pouvait au contraire arriver que le gigantome influençât d'une façon ou de l'autre le sarcome, soit en exaltant sa puissance d'évolution, soit au contraire en l'inhibant ou même en faisant disparaître le néoplasme. Disons dès maintenant que suivant les conditions d'expérience c'est l'une ou l'autre de ces hypothèses qui se vérifie.

A partir d'un Rat souche porteur d'un volumineux sarcome fuso-cellulaire en pleine évolution, furent faites toutes les inoculations pratiquées dans nos diverses expériences, soit par injection de broyat dans la cavité péritonéale, soit par greffe sous-cutanée. Le gigantome était produit à la façon habituelle par l'injection, soit intrapéritonéale, soit sous-cutanée, d'une suspension de terre d'Infusoires dans l'eau physiologique stérilisée.

Je ne veux pas entrer ici dans l'étude histologique du sarcome fuso-cellulaire du Rat, non plus que dans celle du gigantome, et j'arrive tout de suite à l'exposé de nos expériences.

1° *Injections intrapéritonéales de terre d'Infusoires et de broyat de sarcome mélangés.*

Ce mode d'expérimentation nous a donné des résultats variés. Tantôt il y a eu dissociation entre les deux composants du mélange, qui ont agi séparément, les fragments de sarcome inoculant le cancer, la terre d'Infusoires déterminant un gigantome. Tantôt des tumeurs mixtes se sont développées, dans lesquelles le stroma du gigantome a pris le caractère d'un sarcome.

2° *Inoculation de greffe de sarcome précédée d'injection intrapéritonéale de terre d'Infusoires.*

Nous avons dans ce cas fait précéder l'inoculation sous-cutanée du sarcome par une injection intrapéritonéale de terre d'Infusoires. Ce mode expérimental a été inspiré par l'idée de produire une immunisation antitissulaire à l'aide d'un matériel cellulaire spécial différant à la fois d'un tissu normal et d'un tissu néoplasique. L'immunisation antitissulaire pouvait résulter de ce que la faculté de multiplication cellulaire dans l'organisme serait détournée du sarcome et concentrée sur la production de gigantome.

Il est résulté de nos expériences que le développement préventif du gigantome dans la cavité abdominale n'empêche pas la greffe

sous-cutanée d'évoluer et qu'il n'y a pas eu d'immunisation antitissulaire.

3° *Production d'un gigantome au contact d'un sarcome en évolution.*

Dans cette expérimentation, de beaucoup la plus importante par les résultats qu'elle a donnés, nous avons provoqué le développement d'un gigantome au contact d'un sarcome en pleine évolution. Dans presque tous les cas nous avons observé soit un ralentissement marqué dans la croissance du sarcome, soit même, chez six Rats, une régression de la tumeur allant jusqu'à sa disparition complète et durable. Dans un cas, où une première injection de terre d'Infusoires



Figure 13 — A gauche, Rat porteur d'un sarcome greffé, servant de témoin. A droite, Rat comparable, injecté avec une suspension de terre d'Infusoire.

n'avait déterminé qu'un arrêt dans le développement du sarcome, une seconde injection amena sa régression très rapide.

L'examen microscopique du nodule résiduel a montré qu'il s'agit d'un amas de cellules n'ayant plus du tout le type fusiforme et ne présentant pas de mitoses. Plusieurs régions sont nécrotiques ; dans celles qui ont échappé à la nécrose, les cellules sont polymorphes : un grand nombre d'entre elles, pourvues de grands noyaux pâles, d'un corps cellulaire considérable, ont un cytoplasme complètement

vacuolisé. Les éosinophiles et les mastocytes assez nombreux sont disséminés dans la coupe, qui contient aussi des cellules à pigment ocre.

Comment interpréter ces constatations frappantes ? On peut invoquer deux mécanismes bien différents, entre lesquels d'ailleurs rien ne nous autorise actuellement à établir une préférence. On peut supposer d'abord, et ce serait l'hypothèse la plus intéressante et la plus féconde, que la faculté de multiplication cellulaire dans la région considérée a été détournée de la tumeur maligne et concentrée sur la production du gigantome : il est superflu d'insister sur l'importance que prendrait ce fait s'il venait à être vérifié. Mais on peut penser aussi qu'il ne s'agit que d'une action banale du liquide injecté et de la terre d'Infusoires qu'il contient : le liquide se répandant à partir du point d'injection, sur tout le pourtour du sarcome, dans le tissu conjonctif péritumoral produirait dans ce tissu des modifications, des réactions de caractère sans doute inflammatoire, qui isoleraient le sarcome et troubleraient ses conditions de nutrition au point d'en déterminer l'atrophie.

Des lésions déterminées chez le Chien au niveau du foie et de la rate par la pancréatectomie

En collaboration avec le Professeur Rathery et Kourilsky, j'ai fait une étude histologique systématique de l'organe hépatique chez les Chiens dépancréatés.

Nous avons constaté une diminution considérable du glycogène hépatique. Celui-ci occupe normalement chez le Chien toute l'étendue du lobule ; il est plus dense à la périphérie. A la suite de la pancréatectomie totale et dans les premières heures qui suivent l'opération, le glycogène disparaît complètement ou presque complètement ; dans ce dernier cas la zone périportale seule en présente encore quelques vestiges.

Le foie normal contient constamment des enclaves grasses, réparties le plus souvent d'une façon régulière dans tout le lobule : elles sont petites et disposées dans les cellules de telle façon qu'elles indiquent l'axe des travées. Le Chien pancréatectomisé présente au contraire un foie extrêmement chargé en graisse ; après l'action de l'acide osmique, les lobules apparaissent à faible grossissement comme autant de masses noires autour desquelles les espaces portes se mon-

trent seuls réservés en clair ; les enclaves sont petites, bourrant la cellule, mais ne manifestant aucune tendance à se fusionner en une masse unique comme chez les animaux dépancréatés traités par l'in-

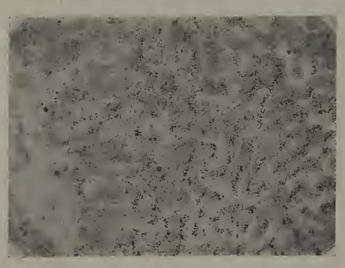


Figure 14. — Foie de Chien normal; fixation osmique. Disposition typique de la graisse; les enclaves sont alignées en files médiotrabéculaires.

suline. Seul l'emplacement du noyau apparaît libre d'enclaves dans la cellule ; aucune disposition axiale comparable à celle que nous avons vu être normale ne demeure visible. La surcharge graisseuse est uniquement due à des graisses neutres riches en acide oléique. Si l'on traite comparativement par les méthodes de détection des lipoïdes le foie d'un animal normal et celui d'un animal opéré, on n'observe jamais dans ce dernier d'augmentation du nombre des enclaves, mais au contraire, dans certains cas, une diminution. En opposition avec les observations de Lombroso (1923) et Mirabile, nous n'avons enregistré aucune différence appréciable entre les sujets jeunes et les sujets âgés au point de vue de l'intensité de la stétose réactionnelle.

L'examen des foies de Chiens dépancréatés révèle en outre dans la presque totalité des cas la présence d'assez grandes quantités de pigment biliaire. Celui-ci apparaît contenu dans les canalicules biliaires, mais on le rencontre aussi dans certains cas à l'intérieur des cellules hépatiques elles-mêmes. Il se montre souvent moins abondant au centre qu'à la périphérie du lobule. Enfin on le trouve également dans les cellules de Kupffer.

Dans quelques cas de pancréatectomie totale, ceux où les Chiens n'avaient présenté que peu de troubles, et dans les cas de pancréatectomie partielle s'accompagnant de glycosurie, le parenchyme hépatique était indemne de pigment biliaire, mais par contre les cellules de Kupffer se montraient bourrées de mottes de pigment ocre donnant la réaction du fer. L'apparition anormale de pigment biliaire dans le foie nous paraît liée à une production exagérée de ce pigment, due elle-même à une destruction massive d'hématies. On en retrouve des traces non seulement au niveau de la cellule de Kupffer du foie, mais aussi dans la rate. Ce dernier organe présente d'ailleurs, en même temps que des images surabondantes de désintégration globulaire, une certaine tendance à la sclérose ; lorsque celle-ci est manifeste, il apparaît régulièrement dans les ganglions lymphatiques voisins des signes d'une activité hématolytique anormale très marquée ; des suppléances de cet ordre ont d'ailleurs déjà été signalées chez le Chien (Binet et Verne).

Ces trois ordres de modifications hépatiques : disparition totale ou subtotale du glycogène, stéatose très accusée, apparition de pigment biliaire ou au moins de pigment ocre, sont les seules que nous ayons pu observer. Jamais nous n'avons relevé de figures de dégénérescence soit nucléaires soit cytoplasmiques. En particulier nous n'avons pu déceler d'altérations du chondriome : les mitochondries nous ont simplement paru diminuées de nombre dans les cellules surchargées d'enclaves grasses, mais nous n'avons jamais vu de figures d'homogénéisation telles qu'il en a été signalé sur le même objet dans d'autres conditions expérimentales.

Les trois ordres de lésions que nous venons de décrire s'établissent avec une grande rapidité dans la totalité du parenchyme. Elles sont complètement instituées dans les 72 heures qui suivent l'opération et ne semblent plus augmenter dans les jours ultérieurs La disparition du glycogène a lieu la première : elle est réalisée au bout de quelques heures, alors qu'aucun autre phénomène n'est encore visible. Rappelons à ce propos que dans la plupart des cas décrits, la surcharge graisseuse ne s'établit dans le foie qu'après la disparition subtotale du glycogène (intoxication phloridzique, etc...).

Etude des modifications histologiques dues à l'action de la synthaline

Dans une série d'expériences effectuées sous la direction du Pro-

fesseur Rathery, nous nous sommes proposé d'étudier sous le contrôle de l'observation histologique l'action de la synthaline.

D'une part, nous avons recherché sur le Chien, préalablement dépancréaté, si ce médicament était capable de ramener rapidement au niveau du foie l'aspect normal modifié à la suite de la pancréatectomie. Nous avons fait ingérer à quatre Chiens préalablement dépancréatés 20 mgr de synthaline par 24 heures. Les animaux ont été sacrifiés de 4 à 11 jours après le début du traitement. Chez aucun d'eux nous n'avons pu obtenir la régression des modifications hépatiques (disparition du glycogène, surcharge graisseuse), contrairement à ce qui se passe, d'après divers auteurs à la suite du traitement par l'insuline. L'examen histologique des principaux organes ne nous a pas permis de distinguer les Chiens ayant seulement subi l'opération de ceux-ci qui étaient, à la suite de celle-ci, traités par la synthaline.

D'autre part, nous avons voulu nous assurer que l'ingestion répétée de synthaline n'entraînait aucune lésion, au niveau du rein, du pancréas ou du foie. Nous avons dans ce but fait ingérer à trois Chiens normaux les mêmes doses que ci-dessus et nous les avons sacrifiés dans les mêmes délais. Avant tout traitement, nous avions soumis nos animaux à la laparotomie exploratrice nécessaire au prélèvement d'un fragment témoin des organes que nous voulions étudier. L'examen des pièces d'autopsie ne nous a permis de relever que deux modifications de l'aspect histologique du foie. C'est d'une part une diminution nette, souvent importante, du glycogène hépatique : ce fait concorde étroitement avec l'observation parallèle plusieurs fois rapportée d'une diminution du glycogène après injection d'insuline. Le glycogène résiduel est toujours localisé à la région périportale du lobule. C'est, d'autre part, une surcharge des cellules de Kupffer en mottes de pigment ocre donnant la réaction du bleu de Prusse : l'abondance de ces enclaves témoigne d'une active désintégration globulaire.

Nous avons noté que tous les animaux synthalinés, les normaux comme les dépancréatés, subissaient au cours de l'expérience et malgré sa courte durée une perte de poids sensible.

———————

B. - TRAVAUX DIVERS

L'Eosinophilie et l'apparition de corps de Russell chez les Batraciens en métamorphose

Au cours de l'étude histologique de têtards de *Rana temporaria* de toutes les tailles, mon attention a été attirée par la présence régulière de nombreuses cellules éosinophiles, les unes typiques, les autres atypiques, dans les téguments de certains individus. J'ai étudié ce phénomène avec soin et j'ai vu que, s'il manquait chez les individus jeunes, il était absolument général chez les animaux ayant commencé leur métamorphose et se maintenait pendant toute la durée de celle-ci. J'ai alors entrepris des élevages en série pour préciser les conditions dans lesquelles il se produisait, et j'ai pu établir les faits suivants :

Chez la plupart des têtards en cours de métamorphose, on observe dans le péritoine et dans le tissu conjonctif sous-cutané trois sortes d'éléments oxyphiles :

1° des leucocytes éosinophiles typiques, absolument semblables à ceux qu'on observe en petit nombre chez le têtard plus jeune ; mais ils sont ici beaucoup plus abondants et forment dans certaines régions de véritables amas ;

2° des cellules éosinophiles histiogènes qui peuvent se distinguer des éléments précédents par leur taille, un peu supérieure, et par l'irrégularité du nombre et des dimensions de leurs granulations, inégalement réparties dans la cellule et ne la remplissant pas toujours complètement ;

3° des éléments contenant des enclaves éosinophiles anormales, très particulières, qu'on n'observe jamais chez les têtards plus jeunes et qui appellent immédiatement la comparaison avec les corps dits de Russell, décrits depuis longtemps chez l'Homme dans certains tissus pathologiques et retrouvés dans l'épiploon du Lapin par Dubreuil et Favre. L'éosinophilie se montre absolument constante chez tous les sujets examinés, bien que l'intensité du phénomène soit sujette à fluctuations et que l'abondance relative des trois types de cellules que je viens de décrire varie suivant les individus considérés. Le stade de la métamorphose où se trouve le têtard a d'ailleurs

son importance : le double phénomène de l'apparition des corps de Russell et de l'éosinophilie, qui commence d'ordinaire plusieurs jours avant que les ébauches des pattes postérieures soient visibles sous la tégument, passe par un maximum au moment où, les pattes postérieures étant complètement sorties, la queue va commencer à régresser. Le phénomène décroît alors lentement jusqu'à la fin de la métamorphose et cesse lorsque celle-ci est complète. A partir de ce moment, la Grenouille ne présentera plus jamais de corps de Russell, ainsi que j'ai pu m'en assurer par l'examen de nombreuses *Rana temporaria* jeunes ou adultes, prises dans les conditions les plus diverses.

J'ai pu retrouver dans les préparations presque toutes les formes de cellules à corps de Russell décrites par les auteurs. Le plus fréquemment, on rencontre des éléments ronds d'assez grande taille, à noyau toujours excentrique, soit arrondi, soit ovalaire, soit multilobé, parfois même double ou triple ; ils contiennent un ou plusieurs globules hyalins, réfringents, colorables électivement par l'éosine et par la fuchsine, dont le nombre et la taille très variables sont en raison inverse l'un de l'autre. J'ai pu assister à leur génèse à partir d'une assez grande cellule à protoplasme basophile qui peut être considérée



Figure 15. — Têtard en métamorphose : divers types de cellules à enclaves oxyphiles ; en 1 et 2, corps de Russell.

comme l'équivalent chez les Batraciens de la cellule plasmatique des Mammifères.

Après m'être convaincu de la constance de l'éosinophilie et de la fréquence de l'apparition des cellules à corps de Russell chez les têtards en métamorphose, j'ai essayé d'obtenir expérimentalement des variations de ces phénomènes. Je n'y suis point parvenu. J'ai soumis des séries de têtards à des régimes alimentaires variés (carné exclusif, végétarien exclusif, etc...), en ai maintenu d'autres à l'obscurité et dans d'autres conditions anormales sans jamais observer de modifications dans les phénomènes décrits plus haut. Dans un seul cas, celui des têtards soumis à un jeûne absolu, j'ai obtenu un résultat qui pouvait à première vue paraître positif ; ces animaux ne présentaient ni éosinophiles abondants ni corps de Russell dans leurs tissus, alors que leurs contemporains en étaient pourvus. Mais l'action du jeûne avait en réalité porté sur la croissance des animaux dont le développement était extrêmement ralenti. Aucun d'entre eux, au moment où les témoins bien nourris étaient transformés en grenouilles, ne présentaient de pattes postérieures. Le jeûne, qui avait empêché la métamorphose, n'avait donc empêché que secondairement la réaction éosinophilique de se produire. Celle-ci peut donc bien être considérée comme liée à celle-là d'une façon directe et le rapport qui les unit n'est donc pas accidentel.

On peut en dire autant du rapport qui existe chez le têtard de *Rana temporaria*, entre l'éosinophilie et la formation du corps de Russell. Ces deux phénomènes, lorsqu'ils coexistent, sont contemporains. Les cas où l'éosinophilie apparaît seule encouragent, me semble-t-il, à considérer la production de corps de Russell comme une modalité accessoire du processus général et constant d'élaboration de substance oxyphile, si actif au cours de la métamorphose. La substance éosinophile qui prend le plus souvent la forme de petites granulations égales, peut apparaître pendant cette période sous une forme nouvelle, celle de sphères homogènes de taille variable, souvent considérable. Le fait que les cellules à corps de Russell dérivent d'éléments qui sont très probablement aussi à l'origine des éosinophiles histiogènes donne une base histologique à cette manière de voir.

Les observations que je rapporte confirment entièrement la théorie de MM. Dubreuil et Favre qui établit chez les Mammifères la parenté des deux sortes de cellules. Elles permettent aussi de reconnaître aux corps de Russell un caractère de généralité zoologique qui leur manquait jusqu'à présent, puisqu'ils n'avaient été signalés que

chez les Mammifères (Homme, Lapin). Enfin elles montrent pour la première fois leur présence dans un cas non exceptionnel et non pathologique. On les avait décrits dans des tumeurs, dans l'épiploon enflammé. Chez le têtard, leur présence est la règle et accompagne un phénomène cataclysmal, il est vrai, mais physiologique, la métamorphose.

On peut espérer que ces observations, concernant fort heureusement des animaux dont l'étude en série est facile et qui se prêtent particulièrement à l'expérimentation, aideront à élucider le problème de l'éosinophilie ; il semble en tous cas certain qu'elles ont contribué à l'élargir.

Sur les Guêpes (Polistes Gallicus) infestées par les Xenos

Dans ce travail, fait en collaboration avec le Professeur E. Rabaud, nous avons étudié les modifications dues à la présence d'un parasite dans les tissus de son hôte : nous avons utilisé comme matériel de recherche un certain nombre de *Polistes gallicus* Fabr. infestés par des Xenos ; il nous paraissait intéressant de vérifier ou d'infirmer sur cet objet la théorie classique qui veut que le parasite exerce une influence élective sur l'appareil génital de l'hôte, et fasse de celui-ci un castrat parasitaire.

L'étude morphologique des ovaires nous a montré que ces derniers subissent le plus souvent chez le Poliste infesté une réduction appréciable. Cette réduction atteint bien moins la longueur de l'organe, qui reste sensiblement constante, que le diamètre des tubes ovariques. L'examen cytologique n'a pu se faire de façon très approfondie en raison des fixateurs que les circonstances obligeaient à employer. Cependant, nous avons pu nous rendre compte que les ovocytes des sujets infestés étaient tout à fait comparables à ceux des sujets normaux et ne présentaient aucun signe nucléaire ou cytoplasmique de dégénérescence. Mais il nous faut remarquer qu'on ne rencontre, dans les tubes des sujets parasités, que des ovocytes de taille petite ou moyenne, alors que quelques-uns des renflements de l'ovaire normal contiennent constamment des éléments de grande taille et plus évolués. La diminution de diamètre des tubes ovariques chez les Polistes infestés tient donc à la plus faible dimension des éléments qu'ils contiennent, non à une diminution du nombre de ceux-ci.

L'appareil digestif et l'appareil excréteur (tubes de Malpighi) des

Polistes infestés sont absolument comparables à ceux des sujets sains. Par contre, le système musculaire apparaît légèrement réduit.

Mais c'est le tissu adipeux qui nous a révélé les modifications les plus considérables ; elles nous ont permis, dans la majorité des cas, de faire sur coupes le diagnostic d'infestation : le corps adipeux, qui occupe presque tous les espaces laissés libres par les organes chez l'animal sain se trouve limité chez le Poliste stylopisé à un mince croissant périphérique tassé contre l'hypoderme et à quelques îlots épars. Les cellules elles-mêmes ne sont pas touchées dans leur aspect : elles se montrent comme à l'ordinaire riches en enclaves graisseuses, mais leur nombre est fortement diminué.

La réduction de volume du tissu adipeux nous a paru plus forte que celle qui porte sur les ovaires ; elle peut quelquefois atteindre 50 p. 100 ; il est intéressant de noter que la régression du corps adipeux est d'autant plus accentuée que la réduction de volume des ovaires est plus grande : l'action nocive du parasite sur l'hôte atteint parallèlement l'un et l'autre tissu.

En résumé, l'action de *Xenos* sur *Polistes* apparaît contrairement à ce qui avait été soutenu antérieurement à propos d'autres Invertébrés, bien moins comme une action élective sur l'appareil génital femelle que comme une action générale, en quelque sorte banale, qui appauvrit l'être en produits nutritifs ou d'accumulation, au profit de son parasite, touche principalement le tissu adipeux et n'atteint l'ovaire que secondairement, en tant que celui-ci peut être considéré, soit comme accumulateur, soit comme consommateur de produits nutritifs.

Sur un Cysticercoïde nouveau parasite de Herpobdella atomaria

Je n'insisterai pas ici sur ce travail, fait en collaboration avec Ch Joyeux, concernant la découverte et l'étude d'un Taenia chez une petite Sangsue commune d'eau douce. C'est le deuxième Taenia décrit chez les Hirudinées.

Sur deux nouvelles méthodes de coloration

A la demande d'histologistes qui avaient vu mes préparations aux Congrès de l'Association des Anatomistes, j'ai publié deux méthodes de coloration inédites faciles à exécuter et très différenciatrices. Particulièrement applicables aux tissus riches en enclaves des Invertébrés.

elles constituent aussi chez les Vertébrés des techniques de premier ordre pour les recherches concernant le pancréas, l'hypophyse, etc...

Sur l'utilisation en histologie des pièces conservées dans le formol pour la mise en évidence des graisses

Il était d'opinion courante que les fragments de tissus fixés et conservés quelque temps dans une solution d'aldéhyde formique restaient parfaitement propres à l'étude histologique des corps gras. J'ai eu l'occasion de me rendre compte qu'il n'en était rien, et cela au bout d'un temps relativement court : les solutions formolées n'empêchent pas les corps gras de se transformer et de se détruire à l'intérieur des pièces qu'elles pénètrent. L'étude histologique comparée de fragments d'organes conservés dans le réactif et prélevés de quinze jours en quinze jours est très instructive à cet égard. Elle révèle essentiellement : d'une part une diminution progressive des corps gras, graisses neutres et lipoïdes, allant jusqu'à leur disparition complète ; d'autre part une apparition ou une augmentation des acides gras libres décelés par la méthode de Fischler. Ces faits ont été vérifiés sur différents objets : foies de divers Poissons, foies de Mammifères appartenant à des groupes variés, reins de Chats, de Chiens, etc... Seule la vitesse du phénomène varie suivant l'organe considéré. C'est en ce qui concerne le foie des Poissons qu'elle semble être la plus grande : à titre d'exemple, je signalerai ce que j'ai observé dans divers foies appartenant à des Syngnathes : sur les pièces fraîches on voit dans les cellules hépatiques d'assez nombreuses enclaves osmiophiles. Après fixation pendant 24 heures dans le formol (solution commerciale) à 20 % et conservation pendant trois mois dans une solution de taux plus faible (5 %), les cellules n'en contiennent plus trace.

Cherchant à expliquer le phénomène, j'ai envisagé diverses hypothèses, faisant intervenir une oxydation, une saponification, etc., des graisses disparues. Une seule a paru mériter d'être retenue : celle qu'un ferment, une lipase, contenue dans le tissu, est capable d'exercer son action malgré la présence d'aldehyde formique. Deux faits viennent indirectement à l'appui de cette manière de voir : le premier est que la disparition des enclaves grasses est plus rapide pour des pièces de Mammifères conservées à 35°-40° que pour celles qui restent maintenues à la température ordinaire. En second lieu, la destruction des graisses tissulaires s'opère avec une vitesse inégale sui-

vant les organes. Ceux-ci étant fixés et maintenus dans des milieux absolument comparables, il est bien évident que la cause des variations doit être rapportée au fragment lui-même : ce fait peut servir dans une certaine mesure à appuyer l'hypothèse d'une action diastasique, la lipase du foie, celle du rein se montrant, on le sait, inégalement active.

LISTE CHRONOLOGIQUE DES PUBLICATIONS

1922

Formation des iridocytes chez les Batraciens. *C. R. Soc. Biol Paris.*

Contribution à la physiologie du pigment purique chez les Vertébrés inférieurs. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

Signification biologique de l'argenture des Poissons. *Bull. Soc. Zool. Paris.*

1923

Le pigment purique chez les Vertébrés inférieurs. *Bull. Biol. France-Belgique, Paris.*

Influence de l'alimentation sur la pigmentation des Vertébrés inférieurs. *C. R. Ass. Anat. Paris.*

Recherches sur l'albinisme chez les Batraciens. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

La chimie des guanophores. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

1924

Eosinophilie et apparition de corps de Russell chez les Batraciens en métamorphose. *C. R. Ass. Anat. Paris.*

1925

Sur un cysticercoïde nouveau parasite de Herpobdella atomaria Carena 1820 (avec Ch. Joyeux). *Trav. St. Zool. Wimereux.*

Les processus sécréteurs des tubes de Malpighi des Aranéides. *C. R Ass. Anat. Paris.*

L'excrétion chez les Aranéides. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

1926

La sécrétion de la soie chez les Araignées. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

Contribution à l'histophysiologie des Aranéides. *Thèse Fac. Sciences, Paris.*

Sur la fluorescence en lumière ultraparaviolette filtrée (lumière de Wood) des glandes séricigènes et de certains éléments figurés du sang des Araignées (avec J. Turchini). *C. R. Soc. Biol. Paris.*

Comportement du sarcome du Rat en présence de gigantome à terre d'Infusoires. *Bull. Assoc. Fr. Cancer Paris.*

Deux nouvelles méthodes de coloration spécialement applicables à l'étude des Arthropodes. *Bull. d'Hist. appl. Lyon.*

1927

Dégénérescence pigmentaire chez les larves de Batraciens en état d'inanition. *Bull. d'Hist. appl. Lyon.*

Des lésions déterminées chez le Chien au niveau du foie et de la rate par la pancréatectomie (avec Rathery et Kourilsky). *C. R. Soc. Biol. Paris.*

Etude des modifications histologiques dues à l'action de la synthaline. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

Sur des Guêpes (Polistes gallicus) infestées par des Stylops (avec E. Rabaud). *C. R. Soc. Biol.*

Y a-t-il un rein gravidique ? *Bull. d'Hist. appliquée, Lyon.*

Sur une fonction d'élimination des graisses par le rein des Mammifères carnassiers. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

Sur l'utilisation en histologie des pièces conservées dans le formol pour la mise en évidence des graisses. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

1928

Données nouvelles sur la physiologie du foie des Poissons. Le rapport du poids du foie au poids du corps. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

Sur le rôle adipopexique du foie des Vertébrés. *C. R. Ass. Anat. Paris.*

Faits concernant la Régénération chez le Noyer. *C. R. Soc. Biol. Paris.*

1929

Les glandes séricigènes des Pholcides. *Bull. Soc. Zool. France.*

Sur la grande cephalothoracique d'une Araignée *Scytodes thoracica. C. R. Acad. Sc. Paris.*



TABLE DES MATIÈRES